

## **Abstract of KR153589**

### **Title: CELLULAR TELEPHONE LOCATION SYSTEM**

A cellular telephone location system for automatically recording the location of one or more mobile cellular telephones comprises three or more cell site systems (12). Each cell site system is located at a cell site of cellular telephone system. Each cell site system includes an antenna that may be mounted on the same tower or building as the antenna employed by the cellular telephone system and equipment that may be housed in the equipment enclosure of the corresponding cell site. The cell site systems are coupled via T1 communication links (14) to a central site (16). The central site may be collocated with the cellular telephone system's MTSO. The central site (16) is further coupled to a database (20), which may be remotely located from the central site and made available to subscribers.

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.  
G01S 1/24

(45) 공고일자 1998년12월15일

(11) 등록번호 특0153589

(24) 등록일자 1998년07월06일

(21) 출원번호 특1995-704938

(22) 출원일자 1995년11월07일

(65) 공개번호 특1996-702620

(43) 공개일자 1996년04월27일

번역문 제출일자 1995년11월07일

(86) 국제출원번호 PCT/US 94/00816

(86) 국제출원출원일자 1994년01월19일

(87) 국제공개번호 WO 94/27160

(87) 국제공개일자 1994년11월24일

(81) 지정국 EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴  
OA OAPI특허: 베냉, 부르키나파소, 카메룬, 중앙아프리카, 차드, 콩고, 코트디부아르, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 토고

국내특허: 오스트리아, 오스트레일리아, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 리히텐슈타인, 중국, 체코, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 영국, 헝가리, 일본, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 스리랑카, 룩셈부르크, 라트비아, 마다가스카르, 몽골, 말라위, 네덜란드, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 슬로바키아, 우크라이나, 우즈베키스탄, 베트남

(30) 우선권주장 8/059,248 1993년05월07일 미국(US)

(73) 특허권자 트루포지션 인크., 루이스 에이. 스틸프

미국

미합중국 15222 펜실베이니아주 피츠버그 게이트웨이 타워즈 200

(72) 발명자 스틸프 루이스 에이.

미국

미합중국 19008 펜실베이니아주 부루올 크랜번 드라이브 203

나이트 커티스 에이.

미국

미합중국 20009 워싱턴 디씨 #610 컬럼비아 로드 엔.더블류. 2022

웨버 존 씨.

미국

미합중국 22071 버지니아주 헨든 베스티 레인 3249

(74) 대리인 주성민

김성택

(77) 심사청구 심사관: 박정학

**(54) 출원명 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템**

**요약**

하나 이상의 셀룰러 이동 전화기의 위치를 자동 기록하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템은 3개 이상의 셀 사이트 시스템(12)을 포함한다. 각 셀 사이트 시스템은 셀룰러 전화 시스템의 셀 사이트에 위치된다. 각 셀 사이트 시스템은 셀룰러 전화 시스템에 채택된 안테나와 같이 타워 또는 빌딩 상에 장착될 수 있는 안테나와, 대응하는 셀 사이트의 장비 부속물에 내장될 수 있는 장비를 포함한다. 셀 사이트 시스템은 T1 통신링크(14)를 통해 중심 사이트(16)와 결합되어 있다. 중심 사이트는 셀룰러 전화 시스템이 MTSO와 함께 배치될 수 있다. 중심 사이트(16)는 또 데이터 베이스(20)와 결합되며, 이 데이터베이스는 중심 사이트로부터 원격 위치될 수 있어서 가입자들이 이용 가능하다.

**대표도**



셀룰러 전화기는 처음에 켜졌을 때 모든 순방향 제어 채널을 스캔해서 가장 강한 신호를 갖는 채널을 찾는다. 그 후 전화기는 가장 강한 신호의 순방향 제어 채널을 선택하고, 예컨대 매 0.8초마다 주기적으로 방송되는 시스템 오버헤드 메시지를 듣는다. 이들 오버헤드 메시지에는 셀룰러 시스템에 대한 접속 파라미터 정보가 포함되어 있다. 이러한 하나의 접속 파라미터로서 전화기가 시스템의 지정학적 영역 내에 있음을 시스템에 알려야 하는 방법으로 흔히 일컬어지는 등록(registration)에 대한 빈도이다. 등록 빈도는 통상 분당 1회로부터 30분당 일회까지이다.

오버헤드 메시지에는 또 해당 셀에 대한 역방향 제어 채널의 현재의 유용성을 표시하는 정보를 제공하는 비지/아이들 비트가 포함되어 있다. 비지/아이들 비트가 표시하듯이 역방향 제어 채널이 자유롭게 되면, 셀룰러 전화기는 그 역방향 제어 채널을 붙잡음으로써 등록을 시작한다. 셀룰러 전화기들은 셀룰러 시스템에 의해 결정된 비율로 자신들을 재등록한다. 등록 파라미터의 필요 사항은 각 셀룰러 시스템에 의해 결정된다. 예를 들면, 선택 사항에는 (1) 7-디지트 NXX-XXXX, (2) 3-디지트 NPA, 및 (3) 32-비트 일련의 전자번호가 있다. 이들 각 선택 사항은 디지털 워드를 구성한다. 동기화 비트와 에러정정 기법 때문에 각 디지털 워드는 그 길이가 240비트이다. 초기의 48비트 동기화 스트림으로 인해 각 셀룰러 전화기의 전송은 1488비트 한도 내에서 288비트가 최소이다. 더구나, 셀룰러 전화기에 의한 각각의 불연속 전송은 한 주기의 비변조된 반송파를 포함한다. 따라서, 역방향 제어 채널을 통한 평균 전송은 약 100밀리초간 지속된다. 셀룰러 전화기는 또 셀룰러 시스템에 의한 페이지(page)뿐만 아니라 사용자 개시의 호출(call)에 응답해서 전송한다. 페이징(paging)이라는 용어는 이동 전화기가 들어오는 호출(incoming call)을 수신할 수 있는지를 결정하는 과정을 표현하는데 사용된다. 이동 전화기에 의한 호출을 초기화하는 상보 기능을 접속이라 한다. 페이징 및 접속 기능은 제어 채널을 통해 일어난다.

셀룰러 이동 전화기가 켜져 있으나 사용 중이 아닐 때는 시스템에 할당된 제어 채널을 스캔하고 발견한 가장 강한 반송파를 사용하기 위해 표시한다. 가장 강한 신호에 동조된 이동 수신기로서 셀룰러 전화기는 디지털 변조 데이터 스트림을 연속 해독해서 들어오는 호출을 찾는다. 이동 단말기에 대한 어떤 호출도 일반 전화 호출과 마찬가지로 개시된다. 7 또는 10 디지트의 번호가 다이얼되면 전화망은 이 호출을 중앙 컴퓨터로 경로 설정된다. 전화 번호는 시스템에 있는 모든 셀의 제어 채널을 통해 방송된다. 피호출 전화기가 들어오는 데이터 스트림에서 그 번호를 탐지하면, 해당 전화기는 자신의 식별 부호를 시스템에게로 보낸다. 시스템은 해당 전화기가 사용할 채널을 지정하기 위해 제어 채널 상의 디지털 메시지를 사용한다. 전화기가 이 채널에 동조된 후 호출이 있음을 사용자에게 알린다. 유사한 순차가 셀룰러 전화기의 사용자가 호출을 개시할 때도 일어난다. 사용자는 소망의 전화번호를 전화기 내의 레지스터(register)로 다이얼한다. 이 번호는 제어 채널을 통해 가장 가까운 셀(즉, 가장 강한 반송파를 갖는 셀)로 전송된다. 그 후, 시스템 컴퓨터는 호출용 채널을 지정하고 이동 장치는 이 채널에 자동 동조된다.

셀룰러 전화 산업은 비교적 짧은 기간에 폭넓은 사용자층을 확보한 유망 분야이다. 집에서 멀리 떨어져 있는 동안 호출을 개시 및 수신할 수 있다는 여러 장점을 인식한 새로운 가입자들이 기하급수적으로 등록하고 있다. 사실, 여러 도시에서 새로운 가입자를 확보하기 위한 A 및 B측 사이의 경쟁은 심각할 정도이다. 따라서, 새로운 서비스를 현재 및 앞으로의 가입자들에게 제공할 필요가 있다. 본 발명은 셀룰러 시스템이 제공하는 주요 장점인 이동성이 특정 상황에서는 결점이 될 수도 있다는 인식에서 출발한다. 예를 들어, 분실 또는 도난된 셀룰러 전화기는 회수가 어렵다. 또, 전화기의 위치를 자동 지정할 수 있는 시스템은 사용자에게 아주 유리하다. 더욱이, 셀룰러 전화기가 자동차에 있고 이 자동차를 분실했다면, 전화기의 위치를 지정할 수 있는 시스템은 자동차의 위치를 지정할 수도 있어서 사용자에게 유용한 서비스를 제공하게 된다. 더구나, 셀룰러 전화기의 사용자가 길을 잃어버리는 상황이 있을 수도 있다. 이러한 상황의 한 예가 차량 장착의 전화기를 가지고 미지의 지역을 밤에 드라 이브하는 경우이다. 다시 말해서, 전화기의 위치를 자동 지정할 수 있는 시스템은 요청시 사용자에게 그 위치를 알려줄 수 있어서 유리하다. 마찬가지로, 비상 전화 번호(예컨대, 911)를 다이얼하는 의학적 응급 사태에 직면한 셀룰러 전화기 사용자는 자신의 위치를 디스패처(dispatcher)에게 말할 수 없다. 이러한 경우에 종래 기술의 시스템은 셀룰러 전화기로부터 호출을 추적할 수 없다. 따라서, 이러한 상황의 셀룰러 전화기 사용자는 당황하게 된다. 다시 말해서, 시스템이 사용자의 위치를 정확히 지정하고 비상 응급 요원에게 이 정보를 제공할 수 있다는 것은 매우 유용하다. 셀룰러 전화기의 위치를 자동 지정할 수 있는 시스템은 그 외에도 여러 분야에 응용할 수 있다.

#### [발명의 개요]

본 발명은 지정된 집합의 제어 채널들 중의 하나를 통해 주기적인 신호 전송을 시작하는 다수의 셀룰러 이동 전화기 각각의 위치를 결정하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템을 제공한다. 본 발명은 셀룰러 시스템의 현존하는 하부 구조의 대부분을 채택하는 시스템에서 구체화될 수 있다. 예를 들면, 상세히 후술하는 바와 같이, 본 발명에 따른 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템은 셀룰러 시스템의 타워 및 셀 사이트의 부속물을 사용할 수 있다. 이러한 견지에서 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템은 셀룰러 시스템에 중첩될 수 있다.

셀룰러 전화기의 위치를 추적하기 위해 제어 채널을 모니터링 함으로써 수많은 장점을 제공받는다. 첫째, 음성 채널은 고가이며 부족한 자원이다. 셀룰러 시스템은 통상 음성 채널을 특정 전화기에 할당하는데 약 6 내지 8초의 시간을 필요로 한다. 음성 채널이 위치 추적에 사용되면, 셀룰러 전화기는 위치 지정 샘플이 취해질 때마다 음성 채널 호출을 개시하기 위해 호출되고 명령을 받아야 한다. 이것은 비용이 많이 들며 시간도 많이 소비한다. 또, 음성 채널 전송을 주기적으로 개시하는데 전화를 필요로 하는 것은 위치 지정 시스템에 매우 비효율적이다. 둘째, 각 음성 채널 전송은 호출 기록을 연관된 빌링 시스템(billing system)에 덧붙인다. 따라서, 위치 지정 시스템이 주기적인 음성 채널 전송을 필요로 하면, 빌링 시스템에 큰 부담이 주어진다. 반면, 제어 채널 전송은 셀룰러 시스템에서 이미 주기적으로 일어나고 있다. 또, 본 발명은 기존의 셀룰러 전화기 프로토콜과 호환 가능하며 셀룰러 시스템 또는 개별 셀룰러 전화기가 수정될 필요가 없다. 셋째, 제어 채널 전송의 주파수가 소프트웨어로 제어 가능하기 때문에, 본 발명에 따른 위치 지정 시스템은 제어 채널 전송의 주파수를 제어하고 다른 가입자에게 다른 위치 지정 정보 갱신을 제공할 수 있다. 넷째, 제어 채널 전송을 모니터 함으로써 얻어지는 다른 이점은 에너지 효율성에 대한 문제이다. 제어 채널 전송은 매우 짧아서 음성 채널 전송과 비교하여 거의 전력을 소모하지 않는다. 따라서, 요구되는 주기적인 음성 채널 전송으로 인해 개별 셀룰러 전화기의 배터리가 급격히 소모되는 것이다. 이것은 제어 채널을 모니터 함으로써 방지된다.

따라서, 셀룰러 이동 전화기의 위치를 자동 지정하기 위해 제어 채널 전송을 주기적으로 모니터 함으로써 상당한 이점이 제공될 수 있다. 그러나, 제어 채널의 모니터링은 먼 거리(예컨대, 25마일)를 여행한, 약하며 짧은 간격이 신호를 탐지해야 하는 것이다. 본 발명의 발명자들은 매우 짧으며 저전력인 제어 채널 신호를 탐지하기 위해 아주 세련된 신호 처리 방법 및 장치를 개발했다. 음성 채널 전송과 대조적으로 제어 채널 전송의 주기적인 모니터링과 이러한 기능을 수행하는 특정 방법의 개념 모두가 대단한 기술적 진보를 나타내는 것이다.

본 발명의 실시예는 적어도 3개의 셀 사이트 시스템과 중심 사이트 시스템을 포함한다. 각 셀 사이트 시스템은 다음 구성 요소들을 포함한다: 지면 기반의 고가안테나; 셀룰러 전화기에 의해 송신된 셀룰러 전화 신호를 수신하고 이 셀룰러 전화 신호로부터 유도된 기저 대역 신호를 공급하는 기저 대역 변환기; 모든 셀 사이트에 공통인 타이밍 신호를 수신하는 타이밍 신호 수신기; 및 이 기저 대역 신호를 샘플링하고 샘플된 신호를 디지털 데이터의 프레임으로 포매팅하는 샘플링 부시스템. 각 프레임은 규정된 수의 데이터 비트와 타임 스탬프 비트를 포함하며, 여기서 타임 스탬프 비트는 셀룰러 전화기 신호가 수신되는 시간을 나타낸다. 중심 사이트 시스템은 개별 셀룰러 전화 신호를 식별하는 데이터와 셀 사이트 시스템간의 셀룰러 전화 신호의 도착 시간차를 발생시키기 위해 셀 사이트 시스템으로부터의 데이터 프레임을 처리하는 수단; 및 이 도착시간을 기본으로 해서 셀룰러 전화 신호의 출발지가 되는 셀룰러 전화기의 위치를 결정하는 수단을 포함한다.

본 발명의 양호한 실시예에서 중심 사이트 시스템은 한 셀 사이트로부터의 각 프레임의 데이터 비트를 각각의 다른 셀 사이트의 대응하는 데이터 비트와 교차 상관시키는 상관기를 포함한다. 또, 이 양호한 실시예는 셀룰러 전화기와 그 각각의 위치를 식별하는 위치 지정 데이터를 저장하는 데이터베이스, 및 원격 위치에서 가입자에게 데이터베이스에 대한 액세스를 제공하는 수단을 포함한다. 시스템은 또, 예컨대 음성 호출을 설정하는 일없이 CPDP(여기서 CPDP는 셀룰러 패킷 데이터 프로토콜로서 음성 채널이 달리 사용 중이 아닐 때 음성 채널을 통해 데이터를 보내는 것을 포함한다)를 사용함으로써 요구시 특정 셀룰러 전화기 사용자에게 위치 지정 데이터를 제공하는 수단을 포함한다. 후자의 특징은 셀룰러 모뎀 및 맵핑 소프트웨어를 갖는 랩탑 또는 휴대형 컴퓨터에 특히 유용하다.

본 발명의 실시예는 또 위치 지정 데이터를 셀룰러 전화기용 발링 데이터와 병합(merge)시키고 수정된 발링 데이터를 발생시키는 수단을 유리하게 포함한다. 이 실시예에서 발링 데이터는 특정 시간 간격 내에 셀룰러 전화기에 의해 수행된 각 전화 호출에 대한 비용을 표시하는데, 이 비용은 미리 결정된 하나 이상의 발링 비율에 기초하고 있다. 수정된 발링 데이터는 하나 이상의 규정 위치에서 행해진 호출에 대한 상이한 비율에 기초하고 있다. 예를 들면, 시스템은 사용자의 집 또는 사무실 또는 여타 지정학적 장소에서 행해진 전화 호출에 대해 더 낮은 발링 비율을 적용할 수 있다.

본 발명의 실시예는 또 선택된 전화기로 하여금 제어 채널을 통해 신호를 전송하게 하도록 신호를 선택된 셀룰러 전화기로 전송하는 수단을 포함한다. 이러한 능력은 주기적인 제어 채널 전송 신호 중의 하나를 기다릴 필요 없이 시스템으로 하여금 즉시 해당 전화의 위치를 지정하게 한다.

더욱이, 본 발명의 실시예는 조난 신호를 셀룰러 전화기로부터 수신함에 따라 위치 지정 정보를 규정된 수신국으로 자동 송신하는 수단을 포함할 수 있다. 이러한 능력으로 조난된 사용자에게 비상 구조를 제공할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 911을 다이얼하면 시스템은 자동적으로 사용자의 위치를 비상 디스패처에게 알려준다.

양호한 실시예의 다른 구성 요소는 소정 전화기의 현 위치를 규정된 범위의 위치와 비교하고 현 위치가 규정된 범위에 있지 않을 때 경고 조건을 표시하는 수단이다. 이러한 소자는, 예를 들어 물(mail)로 가기 위해 부모의 차와 셀룰러 전화기를 빌린 자식이 어딘가로 가버렸을 때 부모에게 그 위치를 알려주기 위해 사용될 수 있다. 물론, 이러한 경보 기능에는 많은 다른 응용 분야가 가능하다.

양호한 실시예의 또 다른 구성 요소는 소정 전화기에 의해, 그리고 신호 전송을 시작하도록 소정 전화기를 자동 페이징 함에 따라 신호 전송의 부족을 검출하는 수단이다. 이것은 시스템으로 하여금 셀룰러 시스템에 자신을 등록하는데 실패한 전화기의 위치를 지정하게 한다. 이러한 신호-전송-부족분의 검출 특성은, 예를 들어 원격 지정에서 가입자에 대한 경보를 발생시키는데 사용될 수 있다.

게다가, 양호한 실시예는 또 미리 지정된 위치에서의 소정 전화기의 도착 시간을 추정하는 수단을 포함할 수 있다. 이것은, 예를 들어 설정된 경로를 따라 버스들의 의사-연속(quasi-continuous) 추정의 도착 시간을 제공하도록 대중 운송 시스템에 사용되는 경우에 유용하다. 물론, 이 특징을 응용하는 다른 많은 분야가 있다.

본 발명의 실시예는 또 음성 채널을 통해 소정 전화기에 의해 송신된 음성 신호를 수신함으로써 소정 전화기를 연속 추적하고 이 음성 신호에 기초해서 소정 전화기의 위치를 결정하는 수단을 포함할 수 있다. 이 음성 채널 추적은 제어 채널 추적의 부속물로서 사용할 수 있다. 이러한 특징은 그 위치가 결정될 각 전화기의 채널 할당을 추적하기 위해 위치 지정 시스템을 필요로 한다. 위치 지정 시스템에 의한 채널 할당 추적은 셀룰러 시스템이 채택한 동적 채널 할당 프로토콜을 이용할 수 있다.

본 발명은 또 하나 이상의 셀룰러 이동 전화기의 위치를 결정하는 방법을 제공한다. 이러한 방법은 다음의 단계들을 포함한다: (a) 적어도 3개의 지역적으로 떨어진 셀 사이트에서 신호를 수신하는 단계; (b) 규정된 수의 데이터 비트와, 데이터의 프레임이 각 셀 사이트에서 생성되는 시간을 나타내는 타임스탬프 비트를 포함하는 프레임을 생성하기 위해 각 셀 사이트에서 신호를 처리하는 단계; (c) 개별 셀룰러 전화 신호들과 셀 사이트 간의 셀룰러 전화 신호들의 도착 시간차를 식별하기 위해 데이터의 프레임을 처리하는 단계; 및 (d) 이 도착 시간을 기본으로 해서 셀룰러 전화 신호를 발생시킨 셀룰러 전화기의 위치를 결정하는 단계.

본 발명의 방법 측면에서의 양호한 실시예는 다음 단계들을 수행함으로써 셀룰러 전화기의 위치를 추정하는 단계를 포함한다: (1) 규정된 지정학적 영역을 커버하며, 위도 및 경도의 규정된 증가에 의해 떨어져 위치되는 이론적 지점의 그리드(grid)를 생성하는 단계; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 시간 지연의 이론치를 계산하는 단계; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 이론적 시간 지연과 측정된 시간 지연에 기초해서 최소 스퀘어 차이(LSD: least square difference) 값을 계산하는 단계; (4) 이론 지점의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 이론적인 최상의 위도와 경도를 결정하는 단계; 및 (5) 규정된 각도 수 또는 그 일부 내로 실제의 위도와 경도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어 반복 수행을 이론적인 최상의 위도 및 경도에서 시작하는 단계. 양호하게는 계산 단계(2)는 기계적, 전기적 또는 환경 요인에 의해 야기된 기지의 사이트 바이어스들(site biases), 알려진 위치에서의 기준 셀룰러 송신기의 위치를 주기적으로 계산함으로써 결정된 사이트 바이어스를 계수하는 단계를 포함한다.

또, 최소 스퀘어 차이는 양호하게는 다음 식에 의해 주어진다:

## 수학식

$$LSD = [Q_{12}(Delay\_T_{12} - Delay\_O_{12})^2 + Q_{13}(Delay\_T_{13} - Delay\_O_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(Delay\_T_{xy} - Delay\_O_{xy})^2]$$

여기서, Delay\_ $T_{xy}$ 는 셀 사이트들을 대표하는 인덱스인 셀 사이트 x, y 사이의 이론적 지연을 나타내고; Delay\_ $O_{xy}$ 는 셀 사이트 x, y 사이의 관찰된 지연을 나타내며;  $Q_{xy}$ 는 셀 사이트 x, y 사이의 지연 측정에 대한 품질 인자를 나타낸다. 품질 인자는 다경로 또는 다른 이상이 특정 지연 측정에 영향을 줄 수 있는 정도의 추정된 측정값이 된다.

더욱이, 본 발명의 방법은 셀룰러 전화 신호의 제1리딩 엣지를 검출하고 셀룰러 전화 신호의 계속되는 리딩 엣지를 무시하는 단계를 포함할 수 있다. 이로 인해 시스템은 다경로의 영향을 줄이게 된다.

게다가, 양호한 실시예는 위치 추정을 위해 수행된 단계들과 유사한 단계들을 수행함으로써 셀룰러 전화기의 속도(속력과 방향)를 추정하는 단계를 포함한다. 이것은 다음의 단계들을 포함한다: (1) 규정된 범위의 속도를 커버하며 규정된 증분에 의해 떨어져 위치되는 이론적 지점의 그리드를 생성하는 단계; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 주파수 차의 이론치를 계산하는 단계; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 이론적 주파수 차와 측정된 주파수 차에 기초해서 최소 스퀘어 차이(LSD) 값을 계산하는 단계; (4) 이론 지점의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 최상의 이론 속도를 결정하는 단계; 및 (5) 규정된 허용도 내에서 실제 속도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어의 반복 수행을 최상의 이론 속도에서 시작하는 단계.

본 발명의 여타 특징들은 후술된다.

## [도면의 간단한 설명]

제1a도는 셀룰러 전화 시스템에 채용된 주파수 재사용 패턴의 예시도.

제1b도는 셀을 셀터들로 분리하는 채널 할당 패턴의 개략 예시도.

제1c도는 셀룰러 전화 시스템의 기본 요소들의 개략 예시도.

제2도는 본 발명에 따른 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템의 개략도.

제3도는 셀 사이트 시스템(12)의 양호한 실시예의 블록도.

제4도는 기저 대역 변환기(12-3)의 양호한 실시예의 블록도.

제5도는 포맷 블록(12-5)이 제공하는 데이터 포맷의 개략도.

제6도는 중심 사이트 시스템(16)의 양호한 실시예의 블록도.

제6a도는 중심 사이트 시스템(16)에 사용된 상관기의 블록도.

제7도는 중심 사이트 시스템의 양호한 동작 순차의 흐름도.

제7a도는 셀 사이트에서 교차 상관을 수행하는 위치 지정 시스템에 채택된 셀 사이트 시스템의 실시예의 블록도.

제8a도 내지 제8e도는 상관 데이터, 시간 지연 및 주파수 차(TDOA, FDOA) 데이터를 얻고 이러한 데이터에 기초해서 셀룰러 전화기의 위치를 계산하는 단계에서 셀 사이트 시스템(16)의 동작을 도시하는 흐름도.

제9도는 본 발명에 따라 수정된 빌딩 테이블을 생성하는 과정의 개략도.

## [양호한 실시예의 상세한 설명]

본 발명의 양호한 실시예는 셀룰러 시스템에서 다수의 셀 사이트에 위치된 수신기들의 네트워크를 포함한다. 이들 수신기는 셀룰러 시스템에서 정상적으로 일어나는 이동 제어 채널의 명령/응답을 듣고 이 시스템 내에서 동작하는 각 셀룰러 전화기의 물리적 위치를 추정한다. 제어 채널을 통해 획득한 각 전화기의 알려진 식별 번호와 전화기의 추정된 물리적 위치를 기본으로 해서 시스템은 실시간의 연속 데이터 스트림을 데이터베이스로 공급한다. 데이터베이스는 셀룰러 스위치와 같이 배치되거나 또는 다른 적당한 위치에 배치될 수 있다. 데이터베이스로 제공된 데이터 스트림은 넘버들의 집합, 전화기의 번호가 되는 제1넘버, 송신기의 추정된 위도, 경도 및 고도인 제2넘버, 및 타임 스탬프의 측정값인 제3넘버를 포함한다. 데이터 스트림을 처리하는 데이터베이스 소프트웨어는 셀룰러 전화 시스템의 오퍼레이터보다는 오히려 위치 지정 시스템의 오퍼레이터에 의해 유지될 수 있다. 이는 양자가 다를 경우이다.

위치 지정 시스템은 셀룰러 시스템의 제어 채널에 할당된 주파수를 사용해서 동작한다. 셀룰러 전화기는 이들 제어 채널을 사용해서 통상 30분 이하, 일반적으로는 약 10분의 각 접촉사이의 시간에 셀룰러 시스템과 규칙적인 접속을 유지하게 된다. 각 제어 채널은 10kbps 맨체스터 부호화 데이터 스트림을 포함한다. 셀룰러 섹터 또는 옴니 셀 사이트 당 사용된 제어 채널은 단지 하나이다. 위치 지정 시스템은 셀룰러 전화기의 제어 채널 방송을 단지 들음으로써 기능할 수 있다; 이것은 셀 사이트로부터의 제어 채널 방송에 의존하지 않는다. 위치 지정 시스템은 양호하게는 셀 사이트에서 장비 부속물에 있는, 그리고 셀 스위치 사이트(들)에서의 셀룰러 타워(장비는 다른 고층 구조물에 위치될 수도 있음)의 꼭대기에 위치되는 장비를 포함한다.

제2도를 참조하면, 본 발명에 따른 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템은 적어도 3개, 양호하게는 더 많은 셀 사이트 시스템(12a, 12b, 12c, 12d)을 포함한다. (여기서 유의할 점은 이 도면 뿐만 아니라 다른 도면도 단순화를 위해 일부 구성 요소와 상호 접속 관계가 생략되었다는 것이다. 그러나, 본 명세서와 첨부 도면은 이 분야의 기술자들이 여기에 개시된 발명을 실제 제작하고 사용하는 것을 충분히 가능하게 한다.) 각 셀 사이트 시스템은 셀룰러 전화 시스템의 한 셀 사이트에 위치될 수 있다; 그러나, 이것은 부가의 안테나로 인해 필요하지 않으며 수신 장비가 셀 사이트에 의해 잘 커버되지 않은 지역에 배치될 수 있다. 제2도는 또 셀룰러 전화기(10a)가 있는 사용자를 도시한다. 후술되는 바와 같이 각 셀 사이트 시스템은 셀룰러 전화 시스템에 의해 사용된 안테나와 같이 타워 또는 빌딩 상에 장착될 수 있는 안테나를 포함한다. 또, 각 셀 사이트 시스템은 대응하는 셀 사이트의 장비 부속물에 내장될 수 있는 장비(이하에 설명)를 포함한다. 이러한 식으로 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템은 셀룰러 전화 시스템에 중첩될 수 있어서 저렴하게 구현될 수 있다. 셀 사이트 시스템(12a, 12b, 12c, 12d)은 통신 링크(14a, 14b, 14c, 14d; 예컨대, T1 통신 링크)를 통해 중심 사이트(16)에 결합되어 있다. 중심 사이트(16)는 셀룰러 전화 시스템의 MTSO와 함께 배치될 수 있다. 중심 사이트(16)는 디스크 저장 장치(18)를 포함할 수 있다.

중심 사이트(16)는 또 중심 사이트로부터 떨어져 위치될 수 있으며 가입자가 이용 가능한 데이터베이스(20)와 결합되어 있다. 예를 들면, 제2도는 모뎀(도시되지 않음)과 전화선을 통해 데이터베이스(20)에 결합된 제1단말기(22); 이 데이터베이스(20)와 무선 통신 가능한 제2단말기(24); 및 셀룰러 전화기(10b)도 또한 갖고 있는 사용자가 들고 다니며 데이터베이스와 무선 통신 가능한 제3세대 단말기(26)를 도시한다. 셀룰러 전화기(10b)와 휴대 단말기(26)를 갖고 있는 사용자는 이 데이터베이스에 접속함으로써 자신의 위치를 결정할 수 있다. 휴대 단말기(26)는 사용자의 위치를, 예컨대 맵(map) 상에 또는 단말기(26) 상에 디스플레이 하는 특별한 매핑 소프트웨어를 포함할 수 있다. 더구나, 셀룰러 전화기와 휴대 단말기는 하나의 장치로 결합될 수 있다.

#### [셀 사이트 시스템]

제3도는 셀 사이트 시스템(12)의 양호한 일 실시예의 블록도이다. 여기에 도시된 예시의 셀 사이트 시스템(12)에 대해 논의하기에 앞서 유의할 점은 소망 비용에 다른 특정 셀룰러 시스템에 대한 특정 실시예로 각 셀 사이트에서의 장비에 대해 두 가지 다른 양호한 실시예가 존재한다는 것이다.

실시예 1은 가장 양호한 실시예로서 (1) 셀룰러 주파수 대역의 신호를 수신하기에 적절한 안테나; (2) 인접 채널의 간섭을 제거하는 10 내지 15 피트의 셀룰러 안테나 내에 위치한 630KHz의 대역폭을 갖는 저대역 통과 지연 필터; (3) 증폭기로부터 다음 필터까지의 거리에서 케이블 손실을 보상하는 충분한 게인의 증폭기, 여기에서 이 거리는 안테나 타워의 높이에 케이블이 지나가는 수평 거리를 합한 것이다; (4) 21개의 개별 저대역 통과 지연 필터의 집합, 30KHz의 대역폭을 갖는 그 각각은 21개 제어 채널 중의 하나에 집중된다; 및 (5) 70dB의 동적 범위를 갖는 21개의 자동 게인 제어 회로의 집합을 포함한다(이들 모두가 제3도에 도시되지 않음). 이 실시예는 혼신에 대한 분별과 제거에 우수하기 때문에 양호하다.

실시예 2는 (1) 셀룰러 주파수 대역의 신호를 수신하기에 적절한 안테나; (2) 인접 채널의 간섭을 제거하는 10 내지 15피트의 셀룰러 안테나 내에 위치한 630KHz의 대역폭을 갖는 저대역 통과 지연 필터; (3) 증폭기로부터 다음 필터까지의 거리에서 케이블 손실을 보상하는 충분한 게인의 증폭기, 여기에서 이 거리는 안테나 타워의 높이에 케이블이 지나가는 수평 거리를 합한 것이다; (4) 대역폭 630KHz의 제2저대역 통과 지연 필터; 및 (5) 70dB의 동적 범위를 갖는 자동 게인 제어 회로를 포함한다.

제3도를 참조하면, 셀 사이트 시스템(12)의 일 실시예는 제1안테나(12-1)를 포함한다. 여기서 이 안테나는 양호하게는 셀 사이트 안테나를 장착하기 위해 셀룰러 전화 시스템에 의해 채택된 동일 구조상의 상부 위치에 장착되어 있다. 제1안테나(12-1)는 셀룰러 시스템에 독립적이거나 셀룰러 시스템에 의해 채택된 안테나일 수 있다. 즉, 위치 지정 시스템은 셀룰러 시스템의 안테나로부터의 신호의 일부를 취할 수 있다. 필터/AGC 소자(12-12)는 안테나(12-1) 근처에 유리하게 위치될 수 있다. 이것은 안테나로부터 셀 사이트 수신 장비까지의 동축케이블을 통해 RF 신호를 전달함으로써 야기되는 케이블 손실을 감소시킨다. 셀 사이트 시스템(12)은 상술한 증폭기(12-2; 상술한 바와 같이 증폭기(12-2)는 각 제어 채널에 대해 하나씩 필터링 및 AGC 회로의 집합을 유리하게 포함할 수 있음); 기저 대역 변환기(12-3); 상부 기저 대역 샘플러 및 하부 기저 대역 샘플러를 포함하는 샘플 블록(12-4); 포맷 블록(12-5; 소프트웨어로 구현될 수 있음); 예를 들어 전역 위치 지정 시스템(GPS)으로부터 타이밍 데이터를 수신하는데 사용하는 제2안테나(12-6); 증폭기(12-7); 타이밍 신호(예컨대, GPS) 수신기(12-8); 자동 게인 제어(AGC)/제어 블록(12-9); 5MHz 발진기(12-10); 및 컴퓨터(12-11)를 더 포함한다. 셀 사이트 시스템(12)은 통신 라인(14)을 통해 중심 사이트(16; 제2도)에 결합되어 있다.

셀 사이트 시스템(12)은 하나 이상의 셀룰러 전화기로부터 제어 채널을 통해 전송된 하나 이상의 셀룰러 전화기 신호를 수신하고, 이들 신호를 기저 대역 신호로 변환하고, 이 기저 대역 신호를 샘플링하고(여기서 샘플링 주파수는 AGC/제어 블록(12-9)에 의해 제공된 클럭 신호에 의해 결정됨), 샘플링 신호를 규정된 포맷의 데이터 프레임으로 포맷한다. 데이터 프레임의 포맷은 제5도를 참고로 이하에 설명된다. 데이터 프레임은 후술하는 바와 같이 중심 사이트에서 처리된다.

5MHz 발진기(12-10)는 모든 셀 사이트 장비에 대해 공통 기준 주파수를 제공한다. 이 주파수는 타이밍 신호 수신기(12-8)로부터의 1/2 마크 신호와 내부 생성의 1/2 마크 신호의 수신 사이의 시간 간격의 제어기에 의해 만들어진 측정값을 기본으로 해서 제어기(12-9)에 의해 제어된다.

컴퓨터(12-11)는 3가지의 별도의 기능을 동시에 수행한다:

(1) 컴퓨터는 기저 대역 변환기(12-3; 제4도 참조, 이하 설명) 내에서 2승 검파기(54, 60)의 출력을 판독한 후 일정한 레벨로 이들 출력 전력을 유지할 목적으로 필터 보드(48, 50; 제4도) 상에서 게인과 감쇠를 조정하기 위해 이들 보드로 전송될 적절한 제어신호를 계산한다.

(2) 컴퓨터는 타이밍 신호 수신기(12-8)로부터의 1/2 마크 신호의 각 출현시 신호를 수신한다. 이 때, 컴퓨터는 타이밍 신호 수신기(12-8)로부터의 1/2 마크 신호와 제어기(12-9) 내부의 대응하는 1/2 마크 신호의 도착 시간 차이를 제어기(12-9)로부터 판독한다. 제어기(12-9) 내부의 1/2 마크 신호는 5MHz 발진기(12-10)로부터 발생된다. 그 후, 컴퓨터는 타이밍 수신기의 1/2 마크 신호와 내부 발생의 1/2 마크 신호를 동기 발생시킬 목적으로 주파수의 발진을 바꾸기 위해 5MHz 발진기로 다시 보내질 신호를 계산한다.

(3) 컴퓨터는 상태 비트로 부호화될 정보를 계산(제5도 참조)하고 그 정보를 제어기(12-9)로 보낸다.

제4도를 참조하면, 기저 대역 변환기(12-3)의 양호한 일 실시예는 지면 기반의 고가 안테나(12-2:제3도)가 증폭기(12-2)와 필터/AGC(12-12)를 통해 접속되는 RF 입력 커넥터(30)와, 감쇠기(32) 및 레벨을 설정하고 기저 대역 변환기의 주파수 응답을 제한하는 대역 통과 필터(34)를 포함한다. 필터(34)의 다음에는 버퍼 증폭기(38)로부터의 극부 발진기 신호의 활동에 의해 제1 IF 주파수 아래로 RF 주파수를 믹스하는 단일 측파대 믹서(36)가 있다. 양호한 실시예의 IF 주파수는 10MHz 근처이다. 버퍼 증폭기(38)의 출력은 믹서(36)로 향할 뿐만 아니라 분배기(42)로도 향한다. 여기서 이 출력은 제어기(12-9)로부터의 5MHz 기준 주파수와 비교된다(제3도). 분배기(42)의 출력이 발진기(40)의 주파수를 제어하는데 사용됨으로써 발진기(40), 분배기(42) 및 버퍼 증폭기(38)의 집합적 행동은 제어기(12-9)로부터의 5MHz 기준 주파수에 위상 고정되는 극부 발진기 신호를 제공한다. 그 후, 제1 IF 주파수에서의 신호는 단일 측파대 믹서(44)로 향하고, 여기서 컴퓨터 제어 합성기(46)의 작동에 의해 기저 대역 주파수 아래로 믹싱된다. 합성기(46)는 또 제어기로부터의 5MHz 신호에 위상 고정된다. 그 후, 믹서(44)의 상부 측파대(USB) 출력은 필터/자동 게인 제어(AGC) 증폭기(48)로 향해서 필터링되고 그 전력은 명목상 값으로 계속 조정된다. 믹서(44)의 저 측파대(LSB) 출력은 필터/AGC 증폭기(50)에 의해 유사하게 작동된다. 필터/AGC 증폭기(48)의 출력에는 와이어(52) 상의 상부 측파대 샘플러(샘플 블록(12-4)의 일부인)로의 0dBm 방향에서 375KHz 신호, 2승 검파기(54)로의 -22dBm 방향에서의 별도의 출력, 및 전방 패널 모니터(도시되지 않음)로 향하는 별도의 출력이 있다. 필터/AGC 증폭기(50)의 출력에는 와이어(64) 상의 저 측파대 샘플러로의 0dBm 방향에서 375KHz 신호, 2승 검파기(60)로의 -22dBm 방향에서의 별도의 출력, 및 전방 패널 모니터로 향하는 별도의 출력이 있다. 기저 대역 변환기(12-3)도 필터/AGC 회로(48,50)로 전력을 제공하는 전력 분배판(57)을 포함한다.

제5도는 통신 라인(14)을 경유해 포맷 블록(12-5)에 의해 중심 사이트(16:제2도)로 제공된 데이터의 양호한 포맷을 도시한다. 도시한 바와 같이, 포맷 블록(12-5)은 약 1.536Mbps의 데이터를 통신 라인으로 공급한다. 각 프레임은 64동기화 비트, 48상태 비트, 60kb의 샘플 데이터(초당 25프레임으로 분할된 1.5Mbps), 및 약 3.6kb의 필러(filler) 데이터를 포함한다. 1.5Mb의 샘플 데이터는 상부 측파대와 하부 측 신호 샘플을 나타낸다. 상태 비트는 데이터 프레임이 생성된 정확한 시간을 나타내는 타임 스탬프를 포함한다(이 시간은 RF 신호가 문제의 셀 사이트에서 수신된 시간과 근본적으로 같다).

#### [중심 사이트 시스템]

제6도는 중심 사이트 시스템(16)의 블록도이다. 양호한 일 실시예에서 중심 사이트 시스템은 셀 사이트 중의 하나로부터의 T1 채널에 각각 접속된 16개의 데이터 입력을 포함한다. 각 데이터 입력은 2극식 T1 신호와 출력 데이터 비트와 클럭신호를 수신하는 인터페이스/디포맷팅 회로(16-1)에 접속되어 있다. 각 채널로부터의 데이터 비트는 해당 채널로부터의 클럭 신호에 의해 FIFO(16-2)로 클럭 된다. 컴퓨터(16-8)는 N 중의 2 선택 스위치(16-3)를 통해 채널 FIFO 중의 2개를 선택한다. 샘플 판독 클럭(16-4)은 컴퓨터(16-8)와 RAM 제어(16-5)에 의해 제어되어서 이미 선택된 FIFO로부터 샘플 비트를 판독하게 된다. 선택된 한 채널 FIFO의 출력은 데이터 A라 불리고, 선택된 다른 채널 FIFO의 출력은 데이터 B라 한다. 데이터 B 샘플에 대해 직각 위상 채널은 직각 위상 채널 발생기(16-6)에서 근사 힐버트 변환에 의해 계산되고, 그 결과로 동상 출력(B1)과 직각 위상 출력(B2)이 된다. 그 후, 복소 상관기(16-7) 각각 데이터 A, 데이터 B1 및 데이터 A, 데이터 B2 사이에 도입된 시간 지연의 함수로서 데이터 A 및 데이터 B1신호, 그리고 데이터 A 및 데이터 B2신호의 상관 계수를 계산하는데 사용된다. 복소 상관기는 하드웨어가 더 큰 처리 속도를 제공하기 때문에 현재 양호하지만 하드웨어나 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다(복소 상관기의 일 실시예는 제6a도를 참고로 후술된다). 컴퓨터(16-8)는 결과의 상관 값을 주기적으로 판독하는데 사용된다. N 스위치 중의 선택 2를 스위칭 하는 단계, FIFO를 판독하는 단계, 직각 위상 샘플을 생성하는 단계를 포함하는 상관 공정과 상관은 단일 복소 상관기(16-7)가 16개의 데이터 입력 채널 사이에서 모든 쌍들을 순차 처리하는데 사용될 수 있을 만큼 충분히 빠르다.

셀룰러 신호가 일반적으로 약하기 때문에(예컨대, 셀룰러 전화기에서 6mW 정도임), 신뢰할 수 있으며 정확한 방법이 가능한 많은 셀 사이트에서 신호를 검출한 후 각 셀 사이트에서 수신 신호의 동일 엷지를 정확히 타이밍 하는데 필요하다. 이와 같이 신호의 도착을 정확히 타이밍 하는 능력으로 셀 사이트의 쌍들 사이의 지연이 정확히 계산되고, 따라서 위치가 계산된다.

제6a도를 참고하면, 본 발명의 양호한 실시예에 채택된 사전 검출 교차 상관 방법은 샘플된 강한 셀룰러 신호를 제1셀 사이트로부터 입력(72)으로 입력하는 단계와 지연 샘플된 셀룰러 신호를 제2, 제3, 제4 등의 임의 셀 사이트로부터 입력(70)으로 입력하는 단계를 포함한다. 상관기는 특정 시스템에 대한 경계적 이유로 하드웨어 또는 소프트웨어에 내장될 수 있다. 상관기는 양호하게는 16채널의 시프트 레지스터(74), 2비트 증배기(76) 및 계수기(78)를 포함한다. 다수의 상관기는 시프트 레지스터를 통해서 다음 상관기로 넘어가는 각 상관기의 비트로 다수의 지연 채널을 생성하도록 직렬로 사용될 수 있다.

제2셀 사이트로부터 샘플된 셀룰러 신호는 연결된 시프트 레지스터(74)로의 입력이 된다. 그 후, 레지스터로부터의 출력은 모든 2비트 증배기로 동시에 인가된다. 각 지연 채널에 대해 규정된 수의 샘플 주기만큼 지연된 참조 부호(70)로의 신호 입력은 부호(72)로의 샘플된 셀룰러 신호 입력과 함께 각 증배기로 공급된다. 증배기(76)의 출력은 24비트 계수기(78)를 포함하는 합 회로로의 입력이 된다. 각 계수기의 출력은 특정 상대 지연에 대한 교차 상관의 세기에 비례한다.

다수의 지연, 또는 상관 채널을 사용함으로써 큰 범위의 상대 지연들이 동시에 측정될 수 있다. 필요한 래그(lags)의 수는 위치 결정, 빛의 속도 및 상관기로 공급되는 수신 신호의 대역폭의 항목으로 탐색될 지정학적 영역에 기초한다. 예를 들면, 상술한 실시예에서 제어 채널은 각각 375KHz의 대역폭을 갖는 상하부 측파대로 그룹화 된다. 이 신호는 최소 나이퀴스트 비율(Nyquist rate) 또는 좀 더 큰, 예컨대 750Kbps로 샘플 되어야 한다. 100킬로미터의 영역이 탐색된다면, 필요한 래그의 수는 다음과 같다.

#### 수학적

$$\frac{2 \times 100 \text{ 킬로미터}}{3 \times 10^5 \text{ 킬로미터/초}} \times 750,000 \text{ s}^{-1} = 500 \text{ 래그}$$



상술한 바와 같이, 다른 실시예에는 각 셀룰러 제어 채널에 대해 별도의 수신기를 사용한다. 이 신호가 71.428KHz에서 샘플 되면, 필요한 래그의 수는 다음과 같다.

수학적식

$$\frac{2 \times 100 \text{ 킬로미터}}{3 \times 10^5 \text{ 킬로미터/초}} \times 71.428 \text{ s}^{-1} = 48 \text{ 래그}$$

[위치 지정 시스템의 동작]

## 1. 개요

제7도는 중심 사이트 시스템(16)에 의해 수행되는 처리의 간략화된 흐름도이다(신호 처리의 상세한 흐름도는 제8a 내지 제8e도에 의해 제공된다). 먼저, 이 시스템은 데이터의 프레임들 각 셀 사이트로부터 수신한다. 다음에, 소정 셀 사이트로부터의 각 프레임(또는 각 프레임의 샘플된 신호의 일부)이 다른 셀 사이트로부터의 대응하는 각 프레임(또는 다른 각 프레임의 샘플의 일부)과 교차 상관된다(대응하는이라는 말은 동일 시간 간격과 관련되는 프레임임을 의미한다). 다음에, 시스템은 현재 처리되는 데이터 프레임이 나타내는 시간 간격 동안 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템이 수신한 개별 신호를 식별하는 데이터의 테이블을 만든다. 여기서 개별신호는 제7도에서 문자 A, B, C로 표시된다. 테이블은 또 각 셀 사이트에서의 신호의 도착 시간을 식별한다. 이들 도착 시간은 문자 T1, T2, T3으로 표시된다. 따라서, 시스템은 특정 시간 간격 동안 하나 이상의 셀룰러 전화기로부터 수신된 신호를 식별하고, 또 이러한 신호들이 각 셀 사이트에 도착된 시간을 식별한다. 그 후, 이 정보는 도착 시간 차(TDOA)와 도착 주파수 차(FDOA)를 계산하는데 사용된다. 후자는 속도를 추정하는데 사용된다. 그리고, 이 데이터는 필터링되어서 시스템 판정에서의 오류 지점을 제거하게 된다. 다음에, 필터된 TDOA 데이터는 각 신호, A, B, C의 신호원인 개별 셀룰러 전화기의 위치(예컨대, 위도 및 경도의 항목으로)를 계산하는데 사용된다. 다음에, 시스템은 그 위치가 결정된 각 셀룰러 전화기에 대응하는 전화 번호를 해독한다. 전화 번호의 해독은 컴퓨터(16-8) 내의 소프트웨어 또는 셀 사이트에 위치한 하드웨어(도시되지 않음)로 수행될 수 있다. 시스템은 각 신호의 가장 강한 샘플(최고 전력)을 이용해서 그 전화 번호를 결정한다. 그 후, 각 전화기에 대한 위치와 전화번호는 데이터베이스(20)에 기록되거나 또는 국부 디스크 저장 장치(18)를 통해 지역적으로 저장된다(제2도). 마지막으로, 데이터는 사용자, 디스패처, 또는 빌링 시스템으로 제공될 수 있다. 사용자, 디스패처, 또는 빌링 시스템으로 보내진 데이터(필드)는 양호하게는 다이얼된 디지털을 나타내는 데이터 비트, 상태 비트, 및 표준 셀룰러 제어 채널 메시지에서부터의 메시지 타입을 포함한다. 데이터 비트들은 부호화 메시지를 디스플레이 단말기로 보내도록 사용자 또는 디스패처에 의해 사용될 수 있다. 또, 위치 지정 서비스 외에도 위치 지정 시스템은 별도의 비용없이 메시지 전송을 제한된 형태로 제공할 수 있다.

여기서 유의해야 할 사항은 도착 시간 차, 즉 TDOA라는 표현이 해당 셀 사이트에서 클럭 판독에 의해 결정된, 한 셀 사이트(예컨대, 셀 사이트 A)에서의 셀룰러 전화 신호의 도착 시간과, 제2셀 사이트에서 클럭 판독에 의해 결정된, 제2셀 사이트(예컨대, 셀 사이트 B)에서의 동일 셀룰러 전화 번호의 도착 시간을 뺀 것을 언급하는 것이다. 이러한 분석은 모든 쌍들의 셀 사이트 A, B에 대해 수행될 수 있다. 그러나, 개별 도착 시간은 측정될 필요가 없다; 단지 소정 쌍의 셀 사이트에서 신호의 도착 시간 사이의 차이가 필요할 뿐이다. 마찬가지로, 도착 주파수 차, 즉 FDOA는 셀 사이트의 5MHz 발진기 신호와의 비교(효과적으로)에 의해 측정된, 제1셀사이트(셀 사이트 A)에서의 셀룰러 신호의 주파수와, 다른 사이트(셀 사이트 B)에 대한 동일 양을 뺀 것을 의미한다. TDOA 데이터는 셀 사이트의 지정학적 데이터와 가정의 셀룰러 전화기의 위치를 기본으로 해서 계산된 TDOA와 관찰된 TDOA 사이의 차이의 제공의 합이 절대 최소가 되는 위도 및 경도를 계산함으로써 셀룰러 전화기의 위도 및 경도를 계산하는데 사용될 수 있다. 여기서 시도 위도 및 경도의 탐색은 시스템의 전 서비스 영역으로 확장된다. FDOA 데이터는 셀룰러 전화기의 속도(속력 및 방향)를 측정하는데 사용될 수 있다. 속도 추정은 위치 추정과 유사한 방식으로 수행될 수 있다.

## 2. 제어 채널 신호 검출

미약한 제어 채널 신호를 검출하는 본 발명은 2개의 양호한 실시예를 갖는다. 그 선택은 특정 시스템을 구현하는 소망의 자본과 운영 경비에 의존한다. 두 방법 모두가 특정 셀룰러 신호의 변화성을 보상한다. 즉, 제어 채널을 통한 전송은 셀룰러 전화 번호, 전자 일련 번호, 임의의 다이얼된 디지털, 메시지 타입, 및 상태 비트 같은 셀룰러 신호의 가변성을 나타내는 다수의 필드로 구성된다. 따라서, 신호는 각 전송이 거의 유일하기 때문에 저장된 임의의 신호와 비교될 수 없다.

한가지 방법에서 셀 사이트 시스템은 투자비용이 높지만, 통신 링크가 저속, 예컨대 50Kbps이어서 운영 경비가 적게 든다. 제7a도는 셀 사이트 시스템의 기능 성분을 도시함으로써 이 방법을 개략적으로 예시한다. 이 방법에서 교차 상관은 다음과 같은 방법으로 셀 사이트에서 수행된다. 제1의 특정 셀 사이트에서 특정 제어 채널을 통해 수신된 각 강한 신호(예컨대, 신호 A)에 대해(여기서 강한은 잡음 레벨 이상으로 적어도 수 dB 임), 이 강한 신호는 셀룰러 시스템 자체에 의해 사용하도록 신호 해독기로 우선 공급된다. 이 해독기는 셀룰러 신호를 복조해서 셀룰러 신호를 생성하도록 변조된 원래의 디지털 비트 스트림을 발생시킨다. 해독기가 허용 가능한 오류 한계치 내에서 디지털 스트림을 복조할 수 없다면, 이 강한 신호는 이 처리의 나머지 부분을 위한 시작점으로서 거부된다. 그 후, 이 디지털 비트 스트림은 셀 사이트 시스템에 의해 변조되어서 셀룰러 전화기에 의해 처음 전송되었을 때의 원 신호 파형을 재구성하게 된다. 이 재구성 신호 파형은 제1셀 사이트에서의 수신 신호에 대해 교차 상관된다. 교차 상관은 정확한 도착 시간이 피크 상의 소정 지점으로부터 계산될 수 있는 피크를 발생시킨다.

그 후, 제1셀 사이트 시스템은 복조된 디지털 비트 스트림과 정확한 도착 시간을 통신 라인을 통해 중심 사이트로 보낸다. 그리고, 중심 사이트는 셀룰러 전송을 또 수신하도록 된 다른 셀 사이트로 복조된 디지털 비트 스트림과 정확한 도착 시간을 분산시킨다. 이들 여타의 제2, 제3, 제4 등의 셀 사이트에서 디지털 비트 스트림은 셀 사이트 시스템에 의해 변조되어서 셀룰러 전화기에 의해 처음 송신되었을 때의 원 신호 파형을 재구성하게 된다. 이 재구성 신호 파형은 동일시간 간격 동안 각 셀 사이트에서 수신된 신호에 대해 교차 상관된다. 이러한 경우에, 동일시간 간격은 제1셀 사이트에서의 강한 신호의 도착 시로부터 어떤 방향으로 수백 내지 수천 마이크로초를 스패닝(spanning)하는 간격으로 일컬어진다. 교차 상관은 피크를 생성하거나 생성하지 않을 수 있다; 피크가 생성되면, 정확한 도착 시간은 피크상의 소정 시점에서 계산될 수 있다. 그 후, 이 정확한 도착 시간은 통신 라인을 통해 중심 사이트로 보내지고 이로부터, 특정 쌍의 셀 사이트에 대한 지연 차가 계산될 수 있다. 이 방법은 셀 사이트 시스템으로 하여금 미약 신호 수신기로부터 도착 시간 정보를 추출하게 한다. 여기서 미약 신호는 잡음 레벨 이상 또는 이하일 수 있다. 또, 셀 사이트에서의 교차 상관은 셀 사이트 시스템으로 하여금 셀룰러 전화 신호의 리딩 엷지를 검출하고 다경로로 야기된 계속되는 리딩 엷지를 무시할 수 있게 한다. 다경로의 영향을 감소시키는 이 기법의 가치를 이 분야의 기술자들은 인식할 것이다. 이 방법은 각 샘플 주기 동안 각 셀 사이트에서 수신된 각각의 강한 신호를 위한 충분한 쌍의 셀 사이트에 대해 반복 적용된다. 임의의 소정 전화 전송시 이 방법은 한번만 적용될 수 있다. 그 후, 지연의 결과로 각 신호의 쌍들은 위치 계산 알고리즘으로 향한다.

방법 2에서의 셀 사이트 시스템은 비교적 저렴하다. 이는 시스템이 각 제어 채널을 샘플링하고 샘플된 정보를 중심 사이트로 다시 보내는데 기본적으로 책임이 있기 때문이다. 그러나, 상관이 셀 사이트에서 수행되지 않으므로 모든 샘플된 데이터는 중심 사이트로 다시 보내져야 한다. 이것은 고속의 통신 라인, 예컨대 T1 라인을 필요로 한다. 중심 사이트는 동일한 통신라인을 통해 모든 셀 사이트로부터 데이터를 수신한다. 여기서, 데이터는 동일시간 기준(타이밍 수신기로부터 유도된)을 사용하여 샘플 되고 타임 스탬프 되었다. 이 방법은 각 샘플 주기 동안 각 셀 사이트에서 수신된 각각의 강한 신호를 위한 충분한 쌍의 셀 사이트에 대해 반복 적용된다. 이 방법은 임의의 소정 전화 전송시 단지 한번 적용된다. 그 후, 지연의 결과로 각 신호의 쌍들은 후술하는 위치 계산 알고리즘으로 향한다.

### 3. 위치 계산

셀룰러 전화기의 위치를 계산하는데 사용된 양호한 알고리즘은 반복 프로세스이다. 이 프로세스의 제1단계는 셀룰러 전화 시스템의 지정학적 영역을 커버하는 이론적 지점의 그리드를 생성하는 단계를 포함한다. 이들 지점은 예컨대, 위도 및 경도의 1/2도 증분 또는 다른 약간의 증분에 있을 수 있다. 이들 이론 지점의 각각으로부터 이론적인 지연 값은 셀 사이트의 각 관련 쌍에 대해 계산된다. 이론적인 지연 값의 계산에서 어떤 기지의 사이트 바이어스들은 계산에 포함된다. 기지의 사이트 바이어스들은 임의의 수의 기계적, 전기적 또는 환경 요인에 의해 야기될 수 있으며 시간에 따라 변한다. 사이트 바이어스들은 기준 셀룰러 송신기의 위치를 지정함으로써 결정된다. 규정에 의해 기준 송신기는 알려진 위치에 있기 때문에, 알려진 위치로부터의 송신기의 계산된 위치의 임의의 편차는 영구 또는 임시 사이트 바이어스들에 의해 야기된 것으로 가정된다. 이들 사이트 바이어스는 셀룰러 전화기의 미지 위치의 측정에도 영향을 주는 것으로 가정된다.

일단 이론 지연이 그리드 상의 각 이론 지점으로부터 계산되면, 최소 스퀘어 차이 계산은 지연이 상관에 의해 결정될 수 있는 각 쌍의 셀 사이트에 대해 이론 지연과 실제의 관찰 지연 사이에서 수행된다. 최소 스퀘어 계산은 실제의 각 지연 측정에 대한 품질 인자로 고려된다. 품질 인자는 다경로나 다른 이상이 특정 지연 측정에 영향을 줄 수 있는 정도의 추정된 측정값이다(이 품질 인자는 후술된다). 따라서, 최소 스퀘어 차이 방식은 다음의 형태를 취한다.

#### 수학적식

$$LSD = [Q_{12}(Delay\_T_{12} - Delay\_O_{12})^2 + Q_{13}(Delay\_T_{13} - Delay\_O_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(Delay\_T_{xy} - Delay\_O_{xy})^2]$$

여기서, Delay\_T<sub>xy</sub> 는 셀 사이트 x, y 사이의 이론 지연 값이며; Delay\_O<sub>xy</sub> 는 셀 사이트 x, y 사이의 관찰 지연 값이며; Q<sub>xy</sub> 는 셀 사이트 x, y 사이의 지연 측정값에 대한 품질 인자이며; LSD는 셀룰러 시스템의 지정학적 영역에 대해 절대 최소화되는 최소 스퀘어 차이 값이다.

알고리즘은 이론 지점의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 최상의 이론 지점을 결정한다. 이 이론상의 최상의 위도-경도에서 시작한 후 알고리즘은 0.0001도 또는 다른 선택된 해상도 내에서 실제의 위도-경도를 결정하기 위해 상술한 프로세스와 유사한 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어를 반복 수행한다. 두 단계에서 위도-경도의 계산을 수행함으로써 필요한 처리량은 다른 접근 기법에 비해 매우 감소될 수 있다.

이 기술 분야에 친숙한 사람들은 이러한 반복적인 위치 결정 방법이 GDOP(geometric dilution of precision)를 셀룰러 전화기의 위치 계산에 자동 통합시킴을 인식할 것이다. 즉, 어떤 별도의 GDOP 테이블도 이론 지연 값의 그리드의 계산에서 두 반복이 또한 에러 값을 계산항으로 필요하지 않다는 것이다.

셀룰러 전화 신호는 셀룰러 전화기로부터 다른 셀 사이트로의 이동에서 다경로와 손상에 영향받기 쉽다. 따라서, 여기에 개시된 방법은 다경로에 대한 보상을 통합시킨다. 상술한 바와 같이 셀룰러 제어 채널의 디지털 비트 스트림의 심볼 비율은 10Kbps, 즉 100마이크로초의 비트 시간을 갖는다. 공개된 다경로에 대한 연구는 도시 및 부도시 세팅에서 5 내지 25마이크로초의 전형적인 다경로 지연을 보인다. 본 발명의 발명자들은 이 경우의 다경로의 통상 영향이 디지털 데이터 스트림의 비트 시간을 늘리며 상술한 상관 알고리즘이 특정 전송이 손상된 정도를 결정할 수 있는 것을 알아냈다. 상술한 바와 같이, 교차 상관이 수행될 때 품질 인자 Q<sub>xy</sub> 는 교차 상관과 피크의 폭에 의해 발생된 피크의 크기에 기초해서 계산될 수 있다. 여기서 Q<sub>xy</sub> 는 특정 쌍의 셀 사이트에 대한 특정 지연 값 측정용의 품질 인자이다. 이 품질 인자는 위치 결정에 사용된 최소 스퀘어 계산을 가중치로 하는데 유용하다. 이로써 다경로의 영향을 줄이게 된다.

제8a도 내지 제8e도는 (1) 상관 데이터를 얻고, (2) 시간 지연 및 주파수 차 데이터를 얻으며, (3) 위치 지정 데이터를 계산하기 위해 위치 지정 시스템에 의해 채택된 신호 처리의 흐름도이다. 이제, 제8a도를 참조하면, 이 도면은 상관 데이터를 얻는데 이용된 처리를 도시한다. 이 처리는 수신 전력이 임의의 셀 사이트에서 규정된 한계 값 이상인지를 결정함으로써 시작된다. 만일 그렇다면, 복조 상관기의 입력은 자기 상관으로서, 즉 동일 셀 사이트로부터 데이터를 수신하도록 설정된 두 입력으로 해당 셀 사이트의 데이터를 처리하도록 설정된다. 그 후, 시스템은 상관기가 자기 상관 데이터의 계산을 완료할 때까지 대기한다. 그 후, 자기 상관 데이터는 전력 스펙트럼 데이터를 얻기 위해 푸리에 변환된다. 다음에, 시스템은 어느 신호 채널이 전송될지를 결정하고 그 결과를 저장한다. 그리고, 타임 인덱스를 소거한 후 시스템은 A 입력을 변화시키지 않은 채 데이터를 다른 셀 사이트로부터 수신하도록 상관기 입력을 B로 설정한다. 그 후, 시스템은 상관기가 종료될 때까지 대기한 후 상관 결과를 저장한다. 다음에, 시스템은 아직 처리되지 않은 B 셀 사이트가 존재하는지를 결정한다. 만일 그렇다면, 처리는 해당 셀 사이트로부터의 데이터를 처리하기 위해 도시된 대로 뒤로 간다. 그렇지 않다면, 시스템은 전력이 여전히 수신되는지를 결정한다; 그렇지 않다면, 이 부분의 처리는 종료된다; 만일 그렇다면, 타임 인덱스는 증분되고 B 채널 셀 사이트의 신호는 도시된 대로 다시 처리된다.

시간 지연 및 주파수 차 데이터를 얻기 위해 수행된 처리는 제8b도에 도시된다. 먼저, 시스템은 전력이 검출된 사이트에 대해 제1인덱스를 사이트 인덱스로 설정한다. 그 후, 제2인덱스가 다른 사이트에 대해 설정된다. 그리고, 타임 인덱스가 제1시간으로 설정된다. 그 후, 상관 데이터는 2차원 어레이 행에 저장된다. 여기서 행 번호는 타임 인덱스에 대응한다. 다음에, 시스템은 다른 타임 샘플이 처리될지를 결정한다; 만일 그렇다면, 타임 인덱스는 증분 되고 시스템은 도시된 대로 뒤로 간다. 그렇지 않다면, 2차원 어레이의 데이터는 푸리에 변환된다. 그 후, 변환된 데이터는 최고 진폭에 대해 탐색된다. 다음에 보간이 변환된 데이터의 피크를 추정하기 위해 수행된다. 시간 지연 및 주파수 차의 결과는 저장된다. 그 후, 시스템은 제2인덱스가 증분 될지를 결정하고, 만일 그렇다면 도시된 대로 뒤로 간다.

제8c도 내지 제8e도는 위치 추정 프로세스를 도시한다. 제8c도를 참조하면, 먼저 시스템은 관찰된 지연과 주파수를 검색한다. 그러면, 대응하는 전화기 정보가 검색된다. 그 후, 위도와 경도는 출발하는 위도, 경도 값으로 설정된다. 출발 값이 주어진 후 시스템은 필요하면 사이트 바이어스들을 고려하면서 이론적인 지연 값을 계산한다. 다음에, 시스템은 관찰된 지연과 계산된 지연을 뺀 값을 제공한 값들을 합한 것을 얻는다. 이것을 X라고 표시한다. 그 후, 시스템은 이것이 지금까지 얻은 가장 작은 X인지를 결정한다. 그렇지 않으면, 시스템은 출발의 경도 값을 증분하기 위해 도식된 대로 앞으로 간다. 이것이 가장 작은 X라면, 위도는 최상\_위도에 저장되고 경도는 최상\_경도에 저장된다. 다음에, 시스템은 다른 위도 및 경도가 시행되어야 하는지를 결정한다. 그렇지 않으면, 시스템은 정정 값인 위도\_정정과 경도\_정정을 결정하기 위해 최상\_위도 및 최상\_경도에서 시작해서 선형화-가중치-최소-스퀘어 반복 단계를 수행한다.

제8d도를 참조하면, 위치 결정 프로세스는 위도\_정정의 크기가 0.0001도보다 작은지를 결정함으로써 계속된다. 마찬가지로, 시스템은 경도\_정정이 0.0001도보다 작은지를 결정한다. 이들 시험 중의 어떤 것이 부의 결과를 산출하면, 위도\_정정 값은 최상\_위도에 더해지고 경도\_정정 값은 최상\_경도에 더해지며 처리는 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어 반복 단계를 수행하기 위해 뒤로 간다(제8c도). 일단 위도\_정정 및 경도\_정정의 크기가 0.0001보다 작으면, 시스템은 속도 가변 값을 0으로, 그리고 방향 가변 값을 0(즉, 북쪽)으로 설정함으로써 속도 계산을 시작한다. 이들 속도 및 방향의 출발 값이 주어지면, 시스템은 임의의 사이트 바이어스를 고려하면서 이론적인 주파수 값을 계산한다. 그 후, 시스템은 관찰된 주파수와 계산된 주파수의 차의 제공들의 합을 계산한다. 이 합을 Y로 표시한다. 다음에, 시스템은 이 Y 값이 지금까지 얻은 가장 작은 값인지를 결정한다. 만일 그렇다면, 속력은 최상\_속력에 저장되고 방향은 최상\_방향에 저장된다. 그리고, 시스템은 다른 방향이 시행되어야 하는지를 결정한다. 만일 그렇다면, 방향은 증분 되고 처리는 도식된 대로 뒤로 간다. 마찬가지로, 시스템은 다른 속력이 시행되어야 하는지를 결정하고, 만일 그렇다면 속력을 증분 시키고나서 도식된 대로 뒤로 간다. 시스템이 다른 방향이나 속력을 시행하지 않기로 결정하면, 시스템은 정정 값인 속도\_정정과 방향\_정정을 결정하기 위해 최상\_속력과 최상\_방향에서 시작해서 선형화-가중치-최소-스퀘어 계산을 수행한다. 그 후, 시스템은 속도\_정정의 크기가 지정 값, 예컨대 시간당 1마일보다 작은지를 결정한다. 만일 그렇다면, 방향\_정정의 크기가 1°보다 작은지를 결정한다. 이들 시험 중의 어떤 것이 정의 결과라면, 시스템은 속도\_정정을 최상\_속력에 더하고 방향\_정정을 최상\_방향에 더하며 처리는 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어 계산을 수행하도록 도식된 대로 뒤로 간다. 속도\_정정이 시간당 1마일보다 작고 방향\_정정이 1°보다 작으면, 시스템은 최상\_위도, 최상\_경도, 최상\_속력 및 최상\_방향의 전화기 정보를 출력한다.

#### [응용 분야]

여기에 개시된 발명의 기술 분야에 대해 상업적 가치가 있는 다양한 응용 분야가 존재한다. 예컨대, 기본 기능인 셀룰러 이동 전화의 위치 추적 외에도 본 발명은 호출이 이루어지는 위치를 기본으로 해서 다양화되는 빌링 비율을 가입자에게 제공할 수 있다. 제9도에 도시한 바와 같이, 가입자의 셀룰러 전화기의 위치의 시간에 대한 기록을 포함하는 위치 지정 데이터는 수정된 빌링 데이터를 생성하기 위해 빌링 테이프와 병합될 수 있다. 빌링 테이프에는 특정 시간 간격에서 셀룰러 전화기에 의해 이루어지는 각 전화 호출에 대한 비용을 나타내는 데이터가 있다. 이 비용은 하나 이상의 미리 결정된 빌링 비율을 기본으로 한다. 수정된 빌링 데이터는 소정의 지정 위치로부터 행해진 호출에 대해 상이한 비율을 기본으로 한다. 예를 들면, 시스템은 사용자의 집이나 사무실에서 한 전화 호출에 대해서는 더 낮은 빌링 비율을 적용할 수 있다.

본 발명은 또 예컨대, 911 호출에 대응한 비상 구조를 제공하는데 채택될 수도 있다. 이러한 응용에서 위치 지정 시스템은 셀룰러 전화기로부터 911 신호를 수신함에 따라 위치 지정 정보를 지정 수신국으로 자동 송신하는 수단을 포함한다.

또, 본 발명은 경보 서비스와 관련하여 채택될 수 있다. 이 응용을 위해 제공되는 수단은 소정 전화기의 현 위치를 지정된 범위의 위치와 비교하고 현 위치가 규정된 범위에 있지 않을 때 경고 조건을 나타내는 것이다.

또 다른 응용 분야는 소정 전화기에 의해, 그리고 신호 전송을 개시하도록 전화기를 자동 페이징 함에 따라 신호전송의 부족을 검출하는 것이다. 이것은 시스템으로 하여금 자신을 셀룰러 시스템에 등록하는데 실패한 전화기의 위치를 지정하게 한다. 이러한 특징은, 예컨대 원격 지점의 가입자에게 경보를 발생시키는데 사용될 수 있다.

또 다른 응용 분야는 지정 위치에서의 소정 전화기의 도착 시간을 추정하는 것이다. 이 응용은 예컨대 설정된 경로를 따르는 버스들의 도착 시간을 추정하기 위해 공중 운송 시스템과 연관되는 경우에 유용하다. 이러한 특징의 많은 다른 응용 분야가 또한 가능하다.

#### [결론]

마지막으로, 본 발명의 진정한 범위는 여기에 개시된 양호한 실시예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 셀 사이트 시스템의 전부 또는 일부가 연관된 셀룰러 전화 시스템의 실제 셀 사이트와 함께 배치되는 것을 필요로 하지 않는다. 더구나, T1 링크와는 다른 통신 링크가 셀 사이트 시스템들 중심 사이트 시스템과 결합시키기 위해 채택될 수 있다. 또, 타이밍 신호 수신기는 공통 타이밍 신호를 모든 셀 사이트 시스템에 제공하는 여타 수단이 이 분야의 기술자들에게 명백하듯이 GPS 수신기일 필요는 없다. 게다가, 본 발명은 위에서 특별히 언급하지 않은 많은 응용 분야와 관련하여 사용될 수 있다. 이들에는 도난당한 자동차의 회수, 함대 관리, 셀 시스템의 진단 및 고속도로 관리 등이 있다. 따라서, 이들이 특별히 제한되는 경우를 제외하고는 후술하는 특허청구의 범위의 보호 범위는 상술한 특수성에 제한되지 않는 것으로 고려한다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

규정된 집합의 역방향 제어 채널들 중의 하나를 통해 주기적인 신호 전송을 각기 시작하는 다수의 셀룰러 이동 전화기의 위치를 결정하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템에 있어서, (a) 적어도 3개의 셀 사이트 시스템(cell site systems); 및 (b) 상기 셀 사이트 시스템과 동작 가능하게 결합되어 있는 중심 사이트 시스템(central site system)을 포함하며, 상기 (a)의 셀 사이트 시스템의 각각은, 지연 기반의 고가 안테나; 상기 안테나와 동작 가능하게 결합되어 있으며, 역방향 제어 채널을 통해 상기 셀룰러 전화기에 의해 송신된 셀룰러 전화 신호를 수신하고 상기 셀룰러 전화 신호로부터 유도된 기저 대역 신호를 공급하는 기저 대역 변환기; 모든 셀 사이트에 공통인 타이밍 신호를 수신하는 타이밍 신호 수신기; 및 상기 타이밍 신호 수신기 및 상기 기저 대역 변환기와 동작 가능하게 결합되어 있으며, 상기 기저 대역 신호를 규정된 샘플링 주파수로 샘플링하고 규정된 수의 데이터 비트와 상기 셀룰러 전화 신호가 수신되는 시간을 나타내는 타임 스탬프 비트를 포함하는, 디지털 데이터의 프레임으로 상기 샘플링된 신호를 포매팅하는 샘플링 부시스템을 포함하며, 상기 (b)의 중심 사이트 시스템은, 개별 셀룰러 전화 신호를 식별하는 테이블과 상기 셀 사이트 시스템간의 상기 셀룰러 전화 신호의 도착 시간차를 발생시키기 위해 상기 셀 사이트 시스템으로부터의 상기 데이터 프레임을 처리하는 수단; 및 상기 도착 시간차를 기본으로 해서 상기 셀룰러 전화 신호의 출발지가 되는 상기 셀룰러 전화기의 위치를 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 타이밍 신호 수신기는 전역 위치 지정 시스템(GPS) 수신기를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 3.**

제1항에 있어서, 상기 중심 사이트 시스템은 한 셀 사이트 시스템으로부터의 한 프레임의 상기 데이터 비트들을 각각의 다른 셀 사이트 시스템으로부터의 대응하는 데이터 비트들과 교차 상관(cross-correlating)시키는 상관기를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 4.**

제3항에 있어서, 상기 중심 사이트 시스템은, 상기 셀 사이트 시스템들 중의 하나로부터 신호를 수신하도록 각각 접속되어 있는 다수의 데이터 입력포트; 상기 신호를 상기 입력포트로부터 수신하고 데이터 비트들과 클럭 신호를 출력하는 인터페이스/디포매팅 회로; 상기 인터페이스/디포매팅 회로로부터 상기 데이터 비트들과 클럭 신호를 수신하도록 상기 회로와 각각 접속되어 있는 다수의 FIFO 레지스터; 상기 FIFO 레지스터들 중의 하나의 출력 및 상기 상관기의 입력포트에 결합되어 있는 제1출력포트(A)와 제2출력포트에 결합되어 있는 다수의 입력포트를 포함하는 스위치; 상기 스위치의 상기 출력포트 상으로 출력될 상기 스위치의 상기 입력들 중의 2개를 선택하도록 상기 스위치와 동작 가능하게 결합되어 있는 컴퓨터; 상기 컴퓨터 및 상기 FIFO 레지스터들과 결합되어 있는 RAM 제어 회로; 미리 선택된 FIFO 레지스터들로부터 샘플 비트를 판독하도록 상기 컴퓨터와 상기 RAM 제어 회로에 의해 제어되는 샘플 판독 클럭; 및 상기 스위치의 상기 제2출력포트와 제1출력포트(B1)와 제2출력포트(B2)와 결합되어 있는 입력포트, 및 상기 제1출력포트(B1) 상으로 동위상 신호와 상기 제2출력포트(B2) 상으로 직각 위상 신호(a quadrature signal)를 출력하는 수단을 포함하는 직각 위상 채널 발생기를 더 포함하며, 상기 상관기는 상기 데이터 A 및 데이터 B1 신호에 대한 제1상관계수와 상기 데이터 A 및 데이터 B2 신호에 대한 제2상관계수를 계산하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 5.**

제1항에 있어서, 상기 기저 대역 변환기들은 각각, 중간 주파수(IF) 신호를 공급하는 제1믹서; 국부 발진기(LO) 신호를 공급하는 합성기; 상기 제1믹서 및 상기 합성기와 동작 가능하게 결합되어 있으며 상기 IF 신호를 상부 측파대 신호 및 하부 측파대 신호로 변환하는 단일 측파대 믹서; 및 상기 상부 측파대 및 하부 측파대 신호를 필터링하고 상기 필터된 상부 및 하부 측파대 신호를 기본으로 해서 상기 측파대 신호를 공급하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 6.**

제1항에 있어서, 제1셀 사이트에서, 셀룰러 전화 신호를 수신하는 제1수신기 수단; 상기 제1셀 사이트에서, 복조된 디지털 비트 스트림을 생성하기 위해 수신된 셀룰러 전화 신호를 상기 제1셀 사이트에서 복조하는 복조기 수단; 상기 제1셀 사이트에서, 제1의 재구성 셀룰러 전화 신호가 생성되도록 최초 송신시 상기 셀룰러 전화 신호를 재구성하기 위해 상기 복조된 디지털 비트 스트림을 변조하는 제1변조기 수단; 상기 제1셀 사이트에서, 상기 제1셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 도착 시간을 표시하는 제1피크를 생성하기 위해 상기 제1셀 사이트에서 수신된 상기 셀룰러 전화 신호에 대한 상기 재구성 신호를 교차 상관시키는 제1교차 상관기 수단; 상기 제1피크에 기초해서 상기 제1셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 상기 도착 시간을 결정하고 이를 표시하는 제1도착 시간 데이터를 생성하는 수단; 상기 복조된 디지털 비트 스트림과 상기 제1도착 시간 데이터를 상기 제1셀 사이트로부터 상기 중심 사이트로 보내는 수단; 상기 복조된 디지털 비트 스트림과 상기 제1도착 시간 데이터를 제2셀 사이트로 분산시키는 수단; 상기 제2셀 사이트에서, 제2의 재구성 셀룰러 전화 신호가 생성되도록 상기 셀룰러 전화기에 의한 최초 송신시 상기 셀룰러 전화 신호를 재구성하기 위해 상기 복조된 디지털 비트 스트림을 상기 제2셀 사이트에서 변조하는 제2변조기 수단; 상기 제2셀 사이트에서 상기 셀룰러 전화 신호를 수신하는 제2수신기 수단; 상기 제2셀 사이트에서, 상기 제2셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 도착시간을 표시하는 제2피크를 생성하기 위해 상기 제2셀 사이트에서 수신된 상기 셀룰러 전화 신호에 대한 상기 제2재구성 신호를 교차 상관시키는 제2교차상관기 수단; 상기 제2피크에 기초해서 상기 제2셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 상기 도착 시간을 결정하고 이를 표시하는 제2도착 시간 데이터를 생성하는 수단; 상기 제2도착 시간 데이터를 상기 제2셀 사이트로부터 상기 중심 사이트로 보내는 수단; 및 상기 중심 사이트에서 상기 제1 및 제2도착 시간 데이터를 기본으로 해서 도착 시간 데이터의 시간차를 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 7.**

제1항에 있어서, (1) 규정된 지정학적 영역을 커버하며, 규정된 증분의 위도 및 경도로 떨어져 위치되어 있는 이론적 지점들의 그리드(a grid of theoretical points)를 생성하며; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 시간 지연의 이론치를 계산하며; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 이론적 시간 지연과 측정된 시간 지연을 기본으로 해서 최소 스퀘어 차이(LSD:least square difference) 값을 계산하며; (4) 이론 지점들의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 이론적인 최상의 위도 및 경도를 결정하며; (5) 규정된 각도 수 또는 그 일부 내로 실제의 위도와 경도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스퀘어(linearized-weighted-least-squares) 반복 수해를 이론적인 최상의 위도 및 경도에서 시작하는 위치 추정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 8.**

제7항에 있어서, 상기 계산 단계(2)는 기계적, 전기적 또는 환경 요인에 의해 야기된 기지의 사이트 바이어스들(site biases), 알려진 위치에서의 기준 셀룰러 송신기의 위치를 주기적으로 계산함으로써 결정된 상기 사이트 바이어스들을 계수하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

**청구항 9.**

제7항에 있어서, 상기 최소 스퀘어 차이는,

$$LSD = [Q_{12}(\text{Delay\_T}_{12} - \text{Delay\_O}_{12})^2 + Q_{13}(\text{Delay\_T}_{13} - \text{Delay\_O}_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(\text{Delay\_T}_{xy} - \text{Delay\_O}_{xy})^2]$$

로 주어지며, 여기서, Delay\_T<sub>xy</sub>는 셀 사이트들을 대표하는 인덱스인 셀 사이트 x와 y 사이의 이론적 지연을 나타내며, Delay\_O<sub>xy</sub>는 셀 사이트 x와 y 사이의 관찰된 지연을 나타내며, Q<sub>xy</sub>

는 셀 사이트 x와 y 사이의 지연 측정에 대한 품질 인자를 나타내며, 상기 품질인자는 다경로 또는 다른 이상이 특정 지연 측정에 영향을 줄 수 있는 정도의 추정된 측정 값이 되는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 10.

제7항에 있어서, 상기 다경로의 영향이 감소되도록 셀룰러 전화 신호의 제1리딩 엠티를 검출하고 상기 셀룰러 전화 신호의 계속되는 리딩 엠티를 무시하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 11.

제1항에 있어서, (1) 규정된 범위의 속도를 커버하며, 규정된 증분에 의해 떨어져 위치되는 이론적 지점들의 그리드를 생성하며; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 주파수 차의 이론치를 계산하며; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 상기 이론적 주파수 차와 측정된 주파수 차를 기본으로 해서 최소 스쿼어 차이(LSD) 값을 계산하며; (4) 이론 지점들의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 이론적인 최상의 속도를 결정하며; (5) 규정된 허용도 내에서 실제의 속도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스쿼어 반복 수행을 이론적인 최상의 속도에서 시작하는 속도 추정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 셀룰러 전화기와 그 각각의 위치를 식별하는 위치 지정 데이터를 저장하는 데이터베이스와 상기 데이터베이스에 대한 액세스를 원격 지점의 가입자에게 제공하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 특정 전화기의 요구시 상기 위치 지정 데이터를 상기 셀룰러 전화기들 중의 특정 전화기로 공급하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 위치 지정 데이터를 상기 셀룰러 전화기용 빌링 데이터(billing data)와 병합(merge)시키고 수정된 빌링 데이터를 발생시키는 수단을 더 포함하며, 상기 빌링 데이터는 특정 시간 간격 내에 상기 셀룰러 전화기에 의해 수행된 각 전화 호출에 대한 비용을 표시하며, 상기 비용은 미리 결정된 하나 이상의 빌링 비율에 기초하고 있으며, 상기 수정된 빌링 데이터는 하나 이상의 규정된 위치에서 행해진 호출들에 대한 상이한 비율에 기초하고 있는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 시스템은 사용자의 집에서 행해진 전화 호출에 대해 더 낮은 빌링 비율을 적용하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 16.

제1항에 있어서, 선택된 전화기로 하여금 제어 채널을 통해 신호를 전송하게 하도록 신호를 선택된 셀룰러 전화기로 전송하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 17.

제1항에 있어서, 비상 구조를 조난된 사용자에게 제공할 수 있도록 조난 신호를 셀룰러 전화기로부터 수신함에 따라 위치 지정 정보를 규정된 수신국으로 자동 송신하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 18.

제1항에 있어서, 소정 전화기의 현 위치를 규정된 범위의 위치와 비교하고, 상기 현 위치가 상기 규정된 범위에 있지 않을 때 경고 조건을 표시하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 19.

제1항에 있어서, 소정 전화기에 의해, 그리고 상기 소정 전화기가 신호 전송을 시작하도록 상기 소정 전화기를 자동 페이징 함에 따라 신호 전송의 부족을 검출하고, 경고 조건을 표시하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 20.

제1항에 있어서, 규정된 위치에서의 소정 전화기의 도착 시간을 추정하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 21.

제1항에 있어서, 음성 채널을 통해 소정 전화기에 의해 전송된 음성 신호를 수신함으로써 상기 소정 전화기를 연속 추적하고 상기 음성 신호를 기본으로 해서 상기 소정 전화기의 위치를 결정하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 위치 지정 시스템.

#### 청구항 22.

셀룰러 이동 전화를 소유하는 다수의 가입자에게 서비스를 제공하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템에 있어서, (a) 규정된 집합의 역방향 제어 채널들 중의 하나를 통해 주기적인 신호 전송을 각각 개시하는 다수의 셀룰러 이동 전화기에 의해 보내진 신호들을 수신하도록 장치된 적어도 3개의 셀 사이트; (b) 상기 주기적인 역방향 제어 채널 전송시 방사된 신호를 수신 및 처리함으로써 상기 셀룰러 전화기의 위치를 자동 결정하는 위치 지정 수단; 및 (c) 상기 셀룰러 전화기들과 그 각각의 위치들을 식별하는 위치 지정 데이터를 저장하고 상기 데이터베이스에 대한 액세스를 원격 지점의 가입자에게 제공하는 데이터베이스 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 특정 전화기의 요구시 상기 위치 지정 데이터를 상기 셀룰러 전화기들 중의 특정 전화기로 공급하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 24.

제22항에 있어서, 상기 위치 지정 데이터를 상기 셀룰러 전화기용 발령 데이터와 병합시키고 수정된 발령 데이터를 발생시키는 수단을 더 포함하며, 상기 발령 데이터는 특정 시간 간격 내에 상기 셀룰러 전화기에 의해 수행된 각 전화 호출에 대한 비용을 표시하며, 상기 비용은 미리 결정된 하나 이상의 발령 비율에 기초하고 있으며, 상기 수정된 발령 데이터는 하나 이상의 규정된 위치에서 행해진 호출들에 대한 상이한 비율에 기초하고 있는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 25.

제22항에 있어서, 선택된 전화기로 하여금 제어 채널을 통해 신호를 전송하게 하도록 신호를 선택된 셀룰러 전화기로 전송하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 26.

제22항에 있어서, 비상 구조를 조난된 가입자에게 제공할 수 있도록 조난 신호를 셀룰러 전화기로부터 수신함에 따라 위치 지정 정보를 규정된 수신국으로 자동 송신하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 27.

제22항에 있어서, 소정 전화기의 현 위치를 규정된 범위의 위치와 비교하고, 상기 현 위치가 상기 규정된 범위에 있지 않을 때 경고 조건을 표시하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 28.

제22항에 있어서, 소정 전화기에 의해, 그리고 상기 소정 전화기가 신호 전송을 시작하도록 상기 소정 전화기를 자동 페이징 함에 따라 신호 전송의 부족을 검출하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 29.

제22항에 있어서, 규정된 위치에서의 소정 전화기의 도착 시간을 추정하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 30.

제22항에 있어서, 음성 채널을 통해 소정 전화기에 의해 전송된 음성 신호를 수신함으로써 상기 소정 전화기를 연속 추적하고 상기 음성 신호를 기본으로 해서 상기 소정 전화기의 위치를 결정하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지면 기반의 셀룰러 전화 시스템.

#### 청구항 31.

규정된 집합의 역방향 제어 채널들 중의 하나를 통해 신호들을 주기적으로 전송하는 하나 이상의 셀룰러 이동 전화기들의 위치(들) 결정 방법에 있어서, (a) 상기 역방향 제어 채널의 신호들을 적어도 3개의 지정학적으로 분리된 셀 사이트에서 수신하는 단계; (b) 규정된 수의 데이터 비트와 프레임이 각 셀 사이트에서 생성되는 시간을 표시하는 타임 스탬프 비트를 포함하는, 데이터의 프레임을 생성하기 위해 상기 신호들을 상기 각 셀 사이트에서 처리하는 단계; (c) 개별 셀룰러 전화 신호들과 상기 셀 사이트간의 상기 셀룰러 전화 신호들의 도착 시간차를 식별하기 위해 데이터의 상기 프레임을 처리하는 단계; 및 (d) 상기 도착 시간차에 기초해서 상기 셀룰러 전화 신호들의 출발지인 상기 셀룰러 전화기의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 32.

제31항에 있어서, 상기 셀룰러 전화기들과 그 각각의 위치들을 식별하는 위치 지정 데이터를 데이터베이스에 저장하는 단계와, 상기 데이터베이스에 대한 액세스를 원격 지점의 가입자에게 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 33.

제31항에 있어서, 상기 위치 지정 데이터를 상기 셀룰러 전화기용 발령 데이터와 병합시키고 수정된 발령 데이터를 발생시키는 단계를 더 포함하며, 상기 발령 데이터는 특정 시간 간격 내에 상기 셀룰러 전화기에 의해 수행된 각 전화 호출에 대한 비용을 표시하며, 상기 비용은 미리 결정된 하나 이상의 발령 비율에 기초하고 있으며, 상기 수정된 발령 데이터는 하나 이상의 규정된 위치에서 행해진 호출들에 대한 상이한 비율에 기초하고 있는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 34.

제31항에 있어서, 선택된 전화기로 하여금 제어 채널을 통해 신호를 전송하게 하도록 신호를 선택된 셀룰러 전화기로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 35.

제31항에 있어서, 비상 구조를 조난된 가입자에게 제공할 수 있도록 조난 신호를 셀룰러 전화기로부터 수신함에 따라 위치 지정 정보를 규정된 수신국으로 자동 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 36.

제31항에 있어서, 소정 전화기의 현 위치를 규정된 범위의 위치와 비교하고, 상기 현 위치가 상기 규정된 범위에 있지 않을 때 경고 조건을 표시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 37.

제31항에 있어서, 소정 전화기에 의해, 그리고 상기 소정 전화기가 신호 전송을 시작하도록 상기 소정 전화기를 자동 페이징 함에 따라 신호 전송의 부족을 검출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 38.

제31항에 있어서, 규정된 위치에서의 소정 전화기의 도착 시간을 추정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 39.

제31항에 있어서, 음성 채널을 통해 소정 전화기에 의해 전송된 음성 신호를 수신함으로써 상기 소정 전화기를 연속 추적하고 상기 음성 신호를 기본으로 해서 상기 소정 전화기의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 40.

제31항에 있어서, 셀룰러 전화 신호를 제1셀 사이트에서 수신하는 단계; 복조된 디지털 비트 스트림을 생성하기 위해 상기 제1셀 사이트에서 상기 수신된 셀룰러 전화 신호를 복조하는 단계; 제1의 재구성 셀룰러 전화 신호가 생성되도록 최초 송신시 상기 셀룰러 전화 신호를 재구성하기 위해 상기 복조된 디지털 비트 스트림을 변조하는 단계; 상기 제1셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 도착 시간을 표시하는 제1피크를 생성하기 위해 상기 제1셀 사이트에서 수신된 상기 셀룰러 전화 신호에 대한 상기 재구성 신호를 교차 상관시키는 단계; 상기 제1피크에 기초해서 상기 제1셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 상기 도착 시간을 결정하고 이를 표시하는 제1도착 시간 데이터를 생성하는 단계; 상기 복조된 디지털 비트 스트림과 상기 제1도착 시간 데이터를 상기 제1셀 사이트로부터 중심 사이트로 보내는 단계; 상기 복조된 디지털 비트 스트림과 상기 제1도착 시간 데이터를 제2셀 사이트로 분산시키는 단계; 제2의 재구성 셀룰러 전화 신호가 생성되도록 상기 셀룰러 전화기에 의한 최초 송신시 상기 셀룰러 전화 신호를 재구성하기 위해 상기 복조된 디지털 비트 스트림을 상기 제2셀 사이트에서 변조하는 단계; 상기 제2셀 사이트에서 상기 셀룰러 전화 신호를 수신하는 단계; 상기 제2셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 도착 시간을 표시하는 제2피크를 생성하기 위해 상기 제2셀 사이트에서의 상기 셀룰러 전화 신호의 상기 도착 시간을 결정하고 이를 표시하는 제2도착 시간 데이터를 생성하는 단계; 상기 제2도착 시간 데이터를 상기 제2셀 사이트로부터 상기 중심 사이트로 보내는 단계; 및 상기 제1 및 제2도착 시간 데이터를 기본으로 해서 도착 시간 데이터의 시간차를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 41.

제31항에 있어서, (1) 규정된 지정학적 영역을 커버하며, 규정된 증분의 위도 및 경도로 떨어져 위치되어 있는 이론적 지정들의 그리드를 생성하는 단계; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 시간 지연의 이론치를 계산하는 단계; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 이론적 시간 지연과 측정된 시간 지연을 기본으로 해서 최소 스쿼어 차이(LSD) 값을 계산하는 단계; (4) 이론 지정들의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 이론적인 최상의 위도 및 경도를 결정하는 단계; 및 (5) 규정된 각도 수 또는 그 일부 내로 실제의 위도와 경도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스쿼어 반복 수행을 이론적인 최상의 위도 및 경도에서 시작하는 단계를 수행함으로써 셀룰러 전화기의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 42.

제41항에 있어서, 상기 계산 단계(2)는 기계적, 전기적 또는 환경 요인에 의해 야기된 기지의 사이트 바이어스들, 알려진 위치에서의 기준 셀룰러 송신기의 위치를 주기적으로 계산함으로써 결정된 상기 사이트 바이어스들을 계수하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 43.

제41항에 있어서, 상기 최소 스쿼어 차이는,

$$LSD = [Q_{12}(\text{Delay\_}T_{12} - \text{Delay\_}O_{12})^2 + Q_{13}(\text{Delay\_}T_{13} - \text{Delay\_}O_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(\text{Delay\_}T_{xy} - \text{Delay\_}O_{xy})^2]$$

으로 주어지며, 여기서, Delay\_  $T_{xy}$  는 셀 사이트들을 대표하는 인덱스인 셀 사이트 x와 y 사이의 이론적 지연을 나타내며, Delay\_  $O_{xy}$  는 셀 사이트 x와 y 사이의 관찰된 지연을 나타내며,  $Q_{xy}$  는 셀 사이트 x와 y 사이의 지연 측정에 대한 품질 인자를 나타내며, 상기 품질인자는 다경로 또는 다른 이상이 특정 지연 측정에 영향을 줄 수 있는 정도의 추정된 측정 값이 되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 44.

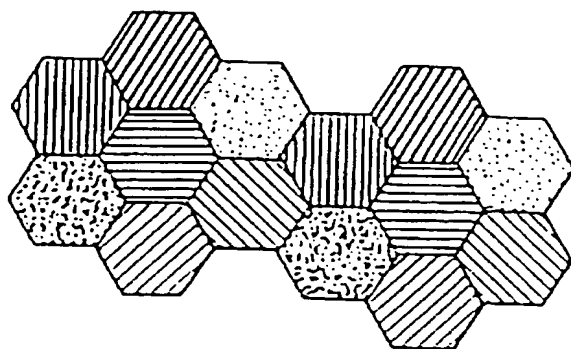
제40항에 있어서, 셀룰러 전화 신호의 제1리딩 엣지를 검출하고 상기 셀룰러 전화 신호의 계속되는 리딩 엣지를 무시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 45.

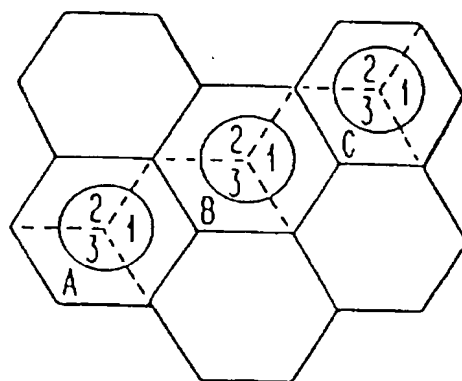
제31항에 있어서, (1) 규정된 범위의 속도를 커버하며, 규정된 증분에 의해 떨어져 위치되는 이론적 지정들의 그리드를 생성하는 단계; (2) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 주파수 차의 이론치를 계산하는 단계; (3) 다수 쌍의 셀 사이트에 대한 상기 이론적 주파수 차와 측정된 주파수 차를 기본으로 해서 최소 스쿼어 차이 값을 계산하는 단계; (4) 이론 지정들의 전 그리드를 탐색하고 LSD 값이 최소화되는 이론적인 최상의 속도를 결정하는 단계; 및 (5) 규정된 허용도 내에서 실제의 속도를 결정하기 위해 다른 선형화-가중치-최소-스쿼어 반복 수행을 이론적인 최상의 속도에서 시작하는 단계를 수행함으로써 셀룰러 전화기의 속도를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

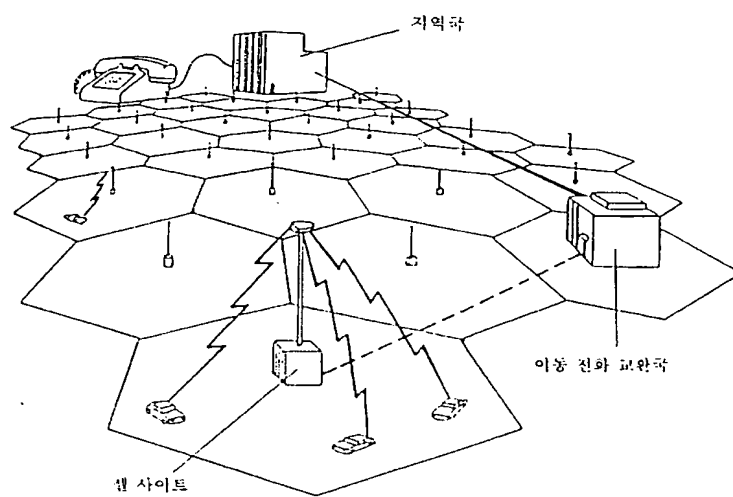
도면 1a



도면 1b



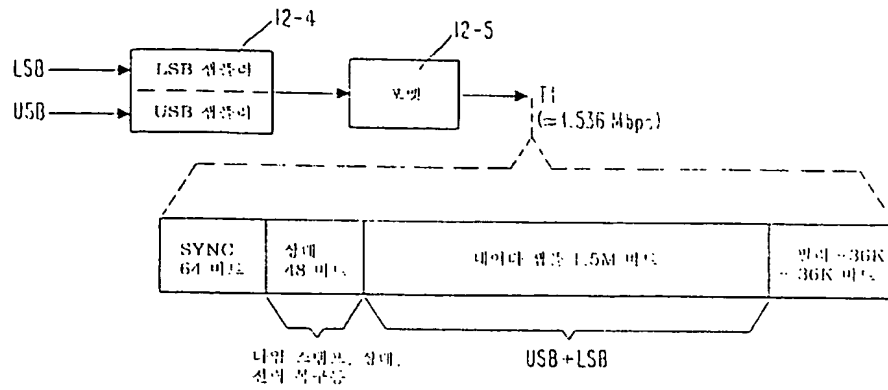
도면 1c



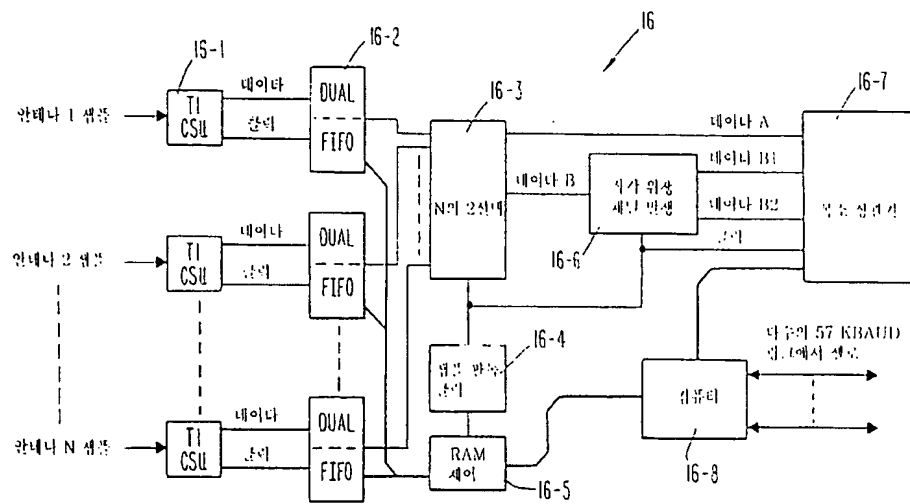




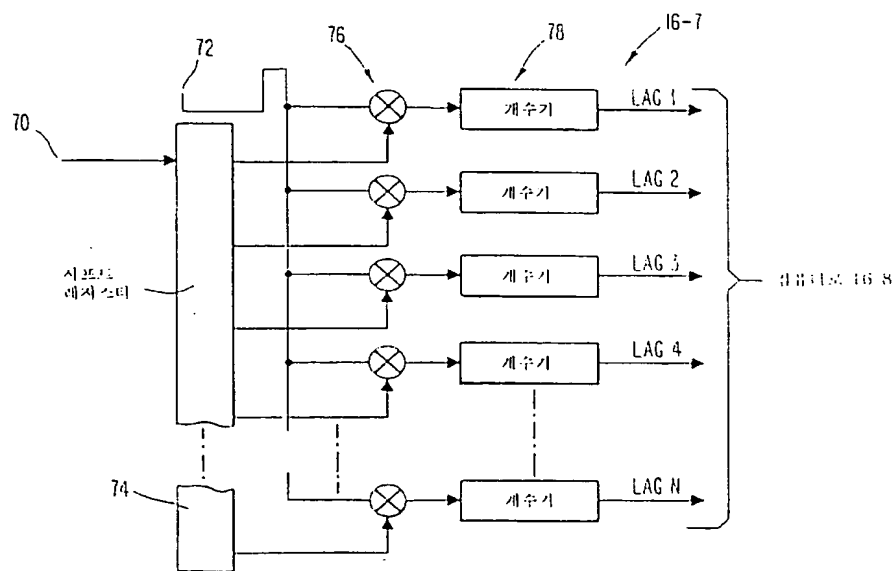
도면 5



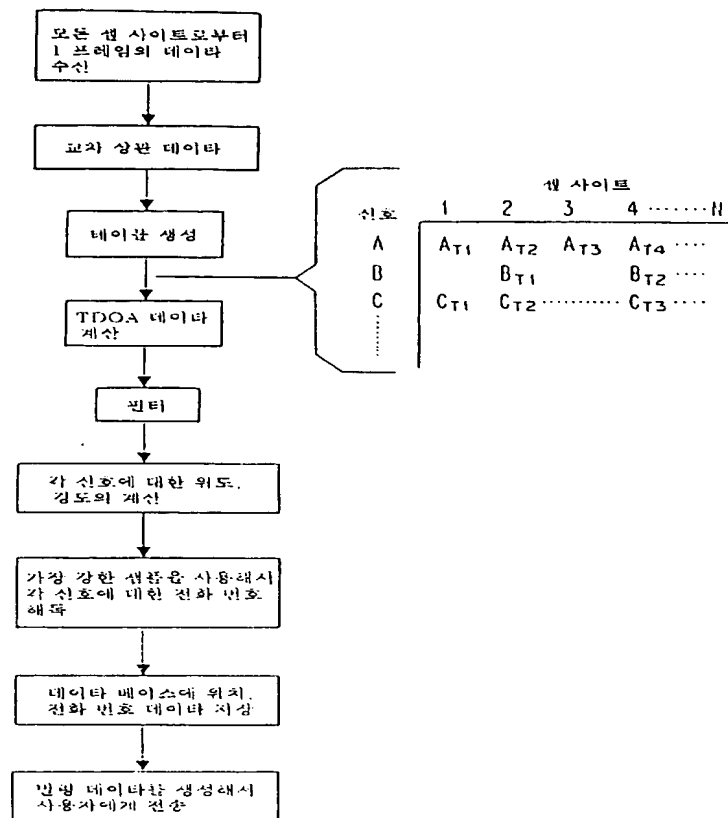
도면 6



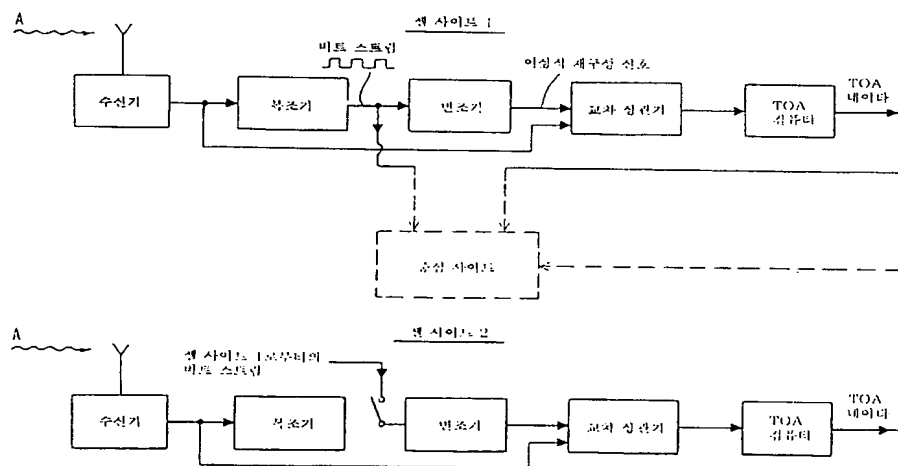
도면 6a



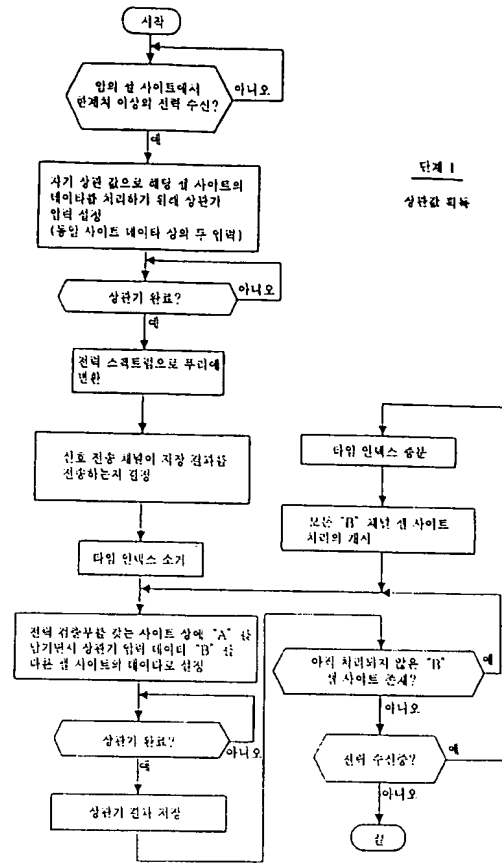
도면 7



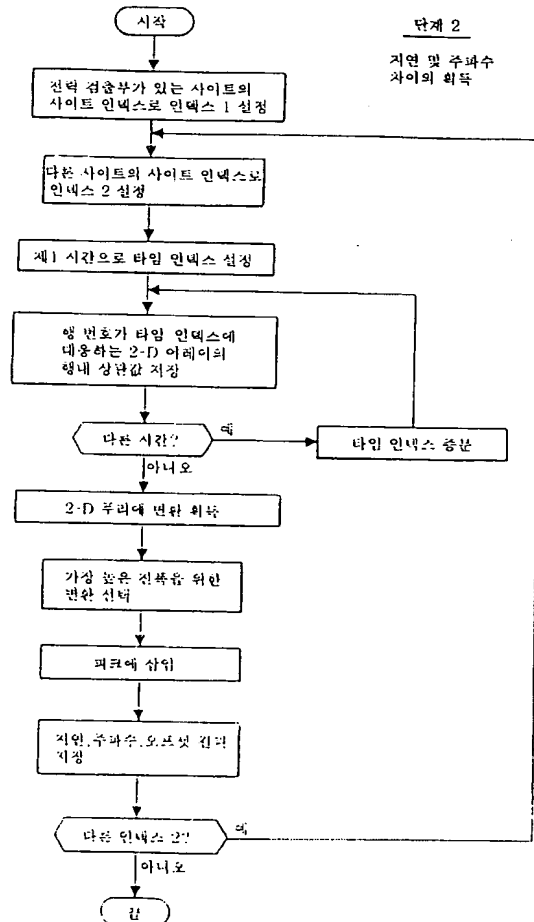
도면 7a



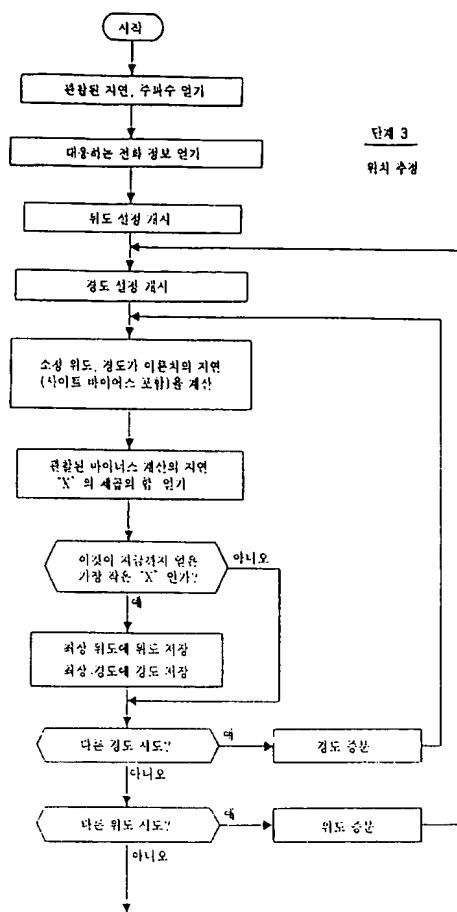
도면 8a



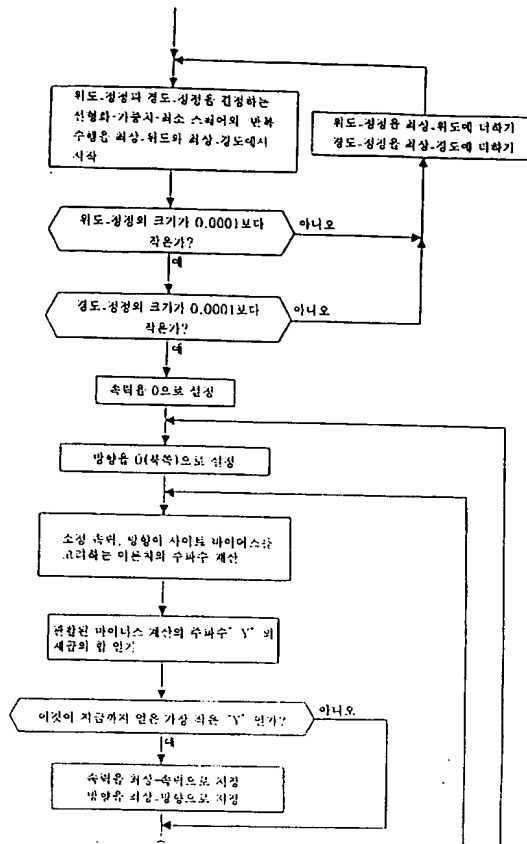
도면 8b



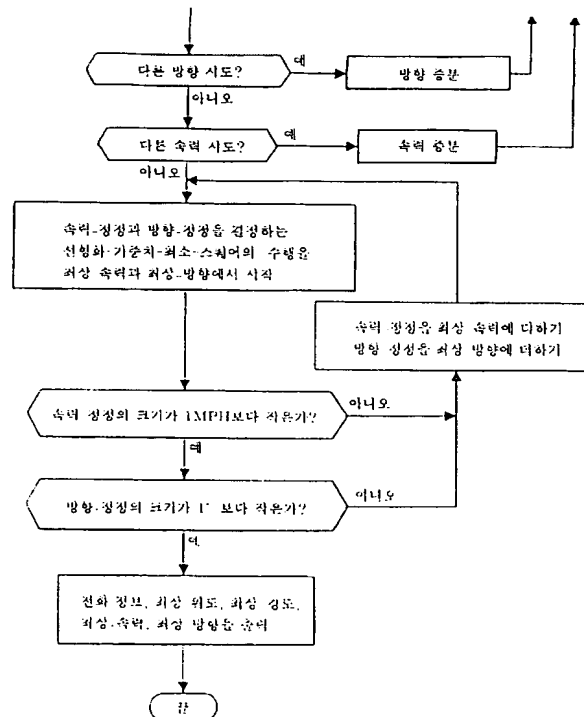
도면 8c



도면 8d



도면 8e



도면 9

